

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen – Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. med. L. Demling)

Sonographische Bestimmung des Lebervolumens

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Peter Skorepa
aus
Nürnberg

1903

1983 # 446

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen - Nürnberg
(Direktor : Prof. Dr. med. L. Demling)

Sonographische Bestimmung des Lebervolumens

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen - Nürnberg

vorgelegt

von

Peter Skorepa

aus

Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. F. Wolf
Referent: Prof. Dr. H. Lutz
Korreferent: Prof. Dr. L. Demling

Tag der mündlichen Prüfung: 14.11.1983

LERNEN IST WIE SCHWIMMEN GEGEN DEN STROM ,

SOBALD MAN AUFHÖRT ,

TREIBT MAN ZURÜCK .

(Chinesisches Sprichwort)

Inhaltsverzeichnis

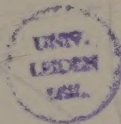
	Seite
I. <u>Einleitung</u>	1
II. <u>Methodik</u>	2 ff.
II.1. Vorversuche an einem Lebermodell aus Kunststoff	2
II.2. Anwendung der Meßmethode bei 23 Humanlebern (Meßreihe I; Anatomiepräparate)	4
II.3. Volumenbestimmung von 26 Humanlebern mit dem Ultra - schallgerät vom Typ RA 1 (Fa. Siemens) (Meßreihe II; Sektionslebern)	4
II.3.a) Beschreibung des Gerätes (Typ RA 1; Fa. Siemens)	4
II.3.b) Meßreihe II (Sektionslebern)	6
II.4. 27 in vivo Bestimmungen von Humanlebern mit dem RA 1 (Meßreihe III)	8
II.5. 5 in vivo Messungen mit dem RA 1 (Sector-Scanner) im Vergleich zum Imager 238o (Linear-Scanner)	10
II.5.a) Gerätebeschreibung	10
II.5.b) Meßreihe IV	10
II.6. Sonographische Volumenbestimmung der Leber und Be - stimmung des Volumens per CT im Vergleich (Meßreihe V)	10
III. <u>Ergebnis</u>	12 ff.
III.1. 23 in Formalin fixierte Humanlebern (Meßreihe I; Anatomiepräparate)	12
III.2. 26 Humanlebern mit dem RA 1 bestimmt (in vitro) (Meßreihe II; Sektionslebern)	12
III.3. 27 Humanlebern mit dem RA 1 bestimmt (in vivo) (Meßreihe III)	13
III.4. 5 Humanlebern in vivo bestimmt, im Vergleich Sector - zu Linear-Scanner (Meßreihe IV)	14
III.5. Vergleich des sonographisch bestimmten Lebervolumens zu dem per CT ermittelten Wert (Meßreihe V)	14
(Tabellen zu den Meßreihen I bis V)	15
IV. <u>Diskussion</u>	20 ff.
V. <u>Zusammenfassung</u>	33
VI. <u>Literaturangabe</u>	35
VII. <u>Anhang</u>	37 - 104

I. Einleitung

In Klinik und Praxis wird die Lebergröße durch Palpation und Perkussion des Organs innerhalb der rechten Medioklavikularlinie (MCL) bestimmt. Die Literatur (9, 13) beschreibt einen Vertikaldurchmesser der Leber in der rechten MCL von 11 bis 12 cm als oberen Grenzwert zur Hepatomegalie. Häufig jedoch ist die klinische Bestimmung der Lebergröße, vor allem bei adipösen Patienten oder Emphysematikern, erschwert, oder nur annäherungsweise möglich. Zudem ist dieser Vertikaldurchmesser durch die Vielzahl der Formvarianten des Organs bei unterschiedlichem Habitus der Patienten kaum als Parameter für die Beurteilung der Organgröße, im Sinne einer exakten Aussage über das tatsächliche Lebervolumen, anzusehen.

Das Lebervolumen jedoch, ebenso wie eine Volumenänderung des Organs während Verlaufskontrollen, kann bei der diagnostischen, therapeutischen und prognostischen Betrachtung zahlreicher Krankheitsbilder eine bedeutende Rolle spielen.

Die vorliegende Arbeit macht sich zur Aufgabe, in einem einfachen, zeitsparenden, sowohl für Sector-, wie auch für Linear-Scanner gültigen und damit für die klinische Routineuntersuchung geeigneten Meßverfahren Parameter zu ermitteln, die unter Berücksichtigung der anatomischen Eigenheiten des Organs eine möglichst exakte Berechnung des Lebervolumens zu lassen.



II. Methodik

1) Vorversuche an einem Lebermodell aus Kunststoff

Nach Erstellung zahlreicher Meßwerte an einem Lebermodell aus Kunststoff und deren Überprüfung auf einen möglichen Zusammenhang mit dem Volumen des Modells, wurden drei Parameter als am Patienten sonographisch meßbar befunden, und aus ihnen eine hypothetische Gleichung zur Volumenberechnung der Leber aufgestellt. Die vorliegende Arbeit untersuchte die Meßmethode auf ihre Praktikabilität und Genauigkeit bei der sonographischen Bestimmung des menschlichen Lebervolumens und diskutierte sie anhand vergleichbarer Meßverfahren.

Am Beispiel des Kunststoffmodells wurde die Meßmethode in einem Vorversuch erklärt und anschließend die Volumenberechnung durchgeführt.

Folgende Parameter gingen in die Rechnung ein :

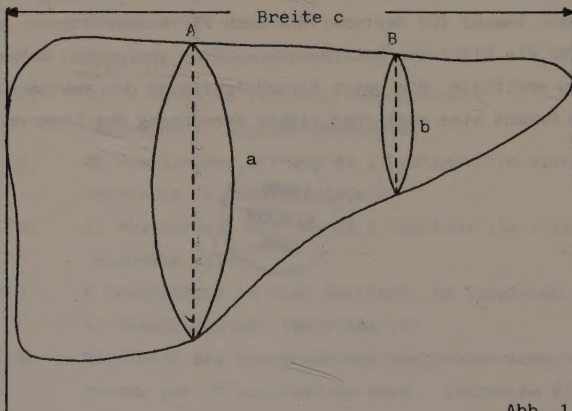


Abb. 1

Die erste Messung ergab die größte Breite des Organs, die als Parameter c im Falle der Kunststoffleber 20,5 cm betrug. Anschließend wurde die Strecke c rechnerisch gedrittelt ($20,5 : 3 = 6,83$) und an den Drittelpunkten A (6,8 cm vom lateralen Lebertrand) und B (6,8 cm vom medialen Lebertrand) jeweils ein sagittaler Schnitt angelegt und der Umfang gemessen. Im Modellfall markierten Injektionsnadeln die Drittelpunkte A

und B, und mit Hilfe eines Nylonfadens war eine exakte Umfangsmessung an diesen definierten Drittpunkten möglich.

Der Umfang a im Punkt A betrug 42,5 cm, der Umfang b im Punkt B 32 cm (Vgl. Abb. 1, S. 2). Eingesetzt in die Formel zur Volumenberechnung (Abb. 2), erfolgte die Multiplikation der Summe der gemessenen Umfänge a und b mit der größten Leberbreite c. Es ergab sich ein Wert, der in ml ausgedrückt dem tatsächlichen Lebervolumen des Modells, welches durch Wasserverdrängung in einem Überlaufgefäß durch mehrmalige Messung ziemlich exakt bestimmt werden konnte, nahezu identisch war.

Am Beispiel der Kunststoffleber :

Umfang a	...	42,5	cm	
Umfang b	...	32	cm	Meßwerte der Einzelparameter
Breite c	...	20,5	cm	

Formel :

$$(a + b) \times c \times 1 \frac{\text{ml}}{\text{cm}^2} = \text{Volumen ml ;} \quad (\text{Abb. 2})$$

Rechnung :

$$(42,5 + 32) \text{ cm} \times 20,5 \text{ cm} \times 1 \frac{\text{ml}}{\text{cm}^2} = \text{Vol. ml ;}$$

$$74,5 \text{ cm} \times 20,5 \text{ cm} \times 1 \frac{\text{ml}}{\text{cm}^2} = \text{Vol. ml ;}$$

$$1527,25 \text{ cm}^2 \times 1 \frac{\text{ml}}{\text{cm}^2} = \text{Vol. ml} \quad = \quad \underline{1527,25 \text{ ml}}$$

gemessenes Volumen im Wasserbad : 1510 ml

Differenzvolumen : 17,25 ml

Fehler :

$$\frac{\text{Differenzvolumen}}{\text{reales Volumen}} = \frac{17,25}{1510} = 0,01142 \text{ entspricht : } \underline{1,14 \%}$$

Das errechnete Volumen der Lebermodells hatte mit 1527,25 ml vom tatsächlichen, gemessenen Volumen mit 1510 ml eine Abweichung von 1,14 %.

2) Anwendung der Meßmethode bei 23 Humanlebern
(Meßreihe I; Anatomiepräparate)

Das Meßverfahren kam an 23 in Formalin fixierten Humanlebern zur weiteren Anwendung. Die Bestimmung des realen Lebert Volumens erfolgte wiederum durch Wasserverdrängung im Überlaufgefäß. Die Leber wurde anschließend in ihrer Breite mit Hilfe eines Maßstabes ausgemessen, die Drittpunkte A und B durch Kanülen markiert, und die Umfangsmessung mit einem Nylonfaden durchgeführt. Durch Einsetzen der Meßparameter a, b und c in obige Gleichung (s. Abb. 2, S. 3) konnte schließlich das jeweilige Volumen errechnet werden.

3) Volumenbestimmung von 26 Humanlebern mit dem Ultra -
schallgerät vom Typ RA 1 (Fa. Siemens)
(Meßreihe II; Sektionslebern)

An die Vorversuche von II. 1 und II. 2 schlossen sich nun die Bestimmungen der zur Volumenberechnung benötigten Parameter mit dem Ultraschallgerät vom Typ RA 1 der Firma Siemens an.

a) Beschreibung des Gerätes
(Typ RA 1; Fa. Siemens)

Es handelt sich bei dem Gerät um einen Sector-Scanner vom Real-Time - Typ. Unter Verwendung eines Triplex -Applikators können wahlweise drei verschiedene Sektoren abgebildet werden. Unter "Full Field" (Triplex) versteht man ein großes Trapezbild, das sich aus drei nebeneinander angeordneten Sector-Scannern zusammensetzt und in 20 cm Eindringtiefe einen 30 cm breiten Ausschnitt abbildet. Durch die Anordnung von drei Sektoren nebeneinander ergibt sich im oberflächennahen Bereich eine annähernd plane Abbildung, während mit einem einfachen Sector - Scanner, beispielsweise dem Duplex -Applikator, eine deutliche Verzerrung der Leberoberfläche im Sinne einer Konkavität zu erkennen ist (Vgl. Abb. 3, 4; S. 5). Bei dem Duplex-Applikator wird ein 100° großes Sektorfeld abgebildet, welches in 20 cm Tiefe ebenfalls einen 30 cm breiten Ausschnitt liefert.

Durch computer-gesteuerte, elektronische Bildvermessung (Caliper) ist

mit dem RA 1 außer einer Distanz- und Umfangsmessung auch eine Flächen -
berechnung möglich.

Verschiedene Schallköpfe - Duplex und Triplex - wurden angewandt,
um einen nennenswerten Unterschied in der Volumenbestimmung der Leber
mit verschiedenen Typen von Sector-Scannern erfassen zu können.

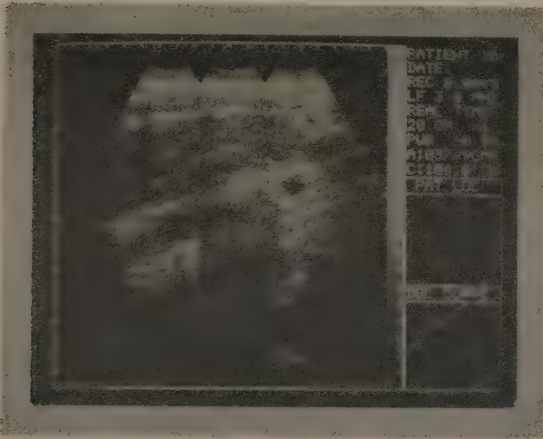


Abb. 3
Triplex-Applikator
(in vivo)

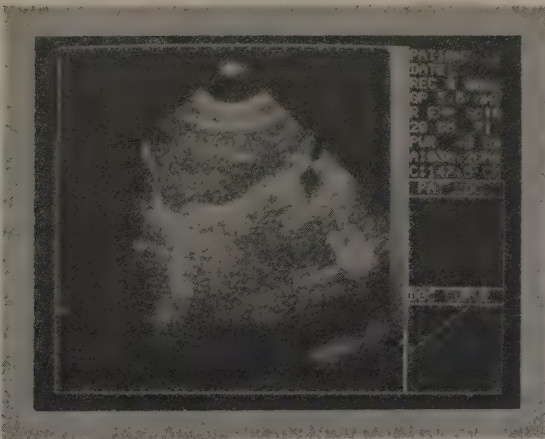


Abb. 4
Duplex-Applikator
(in vivo)

b) Meßreihe II (Sektionslebern)

In der Meßreihe II wurde wie bisher das tatsächliche Volumen durch Wasserverdrängung im Überlaufgefäß ermittelt, wobei von 26 Lebern - lebern jeweils mindestens zwei Meßwerte in die Berechnung der Volumen - mittelwerte eingingen. An der im Wasserbad liegenden Leber konnte dann die Bestimmung der benötigten Parameter mit dem Ultraschallgerät durch - geführt werden. Am Anfang stand die Messung der größten Leberbreite, dem Abstand der Tangente am lateralen Leberrand zu der Tangente am medialen Leberrand (c). Umfangsmessungen in den definierten Drittpunkten A und B ergaben die Drittelumfänge a und b als die anderen beiden Parameter für die Volumenberechnung. Die errechneten Volumenmittelwerte setzten sich aus jeweils zwei bis drei Messungen mit einem Scanner vom "Full Field" Typ (Triplex-Applikator) und einem vom Duplex Typ zusammen.

Bei den 26 Humanlebern der Meßreihe II, die für die sonographischen Untersuchungen im Wasserbad (in vitro) verwandt wurden, handelte es sich um 15 Lebern weiblicher und um 11 Lebern männlicher Patienten. Ihr Durchschnittsalter betrug 65 Jahre. Davon verstarben drei Patienten vor dem 50. Lebensjahr, während 9 über 70 Jahre alt wurden.

Die Patienten hatten ein Durchschnittsgewicht von 62, 9 kg, bei einer durchschnittlichen Körpergröße von 161, 3 cm. 6 der weiblichen Patienten waren über 30 % übergewichtig (Normalgewicht : Größe - 100 - 15 %), während bei den männlichen einer mit über 40 % Übergewicht sehr adipös war.

Als Todesursachen wurden in den meisten Fällen Rechtsherzversagen oder zentrales Regulationsversagen und protrahierter Schock angegeben.

Die Leber-Histologie ergab in 18 Fällen geringe, kleintropfige, bis mäßig grobtropfige Leberepithelzellverfettung, in 16 Fällen vereinzelte bis konfluierende ausgeprägte Zellnekrosen und/oder Dissoziation der Lamellen bzw. Gefügedilatation. Bei 15 Lebern handelte es sich um eine akute, subakute oder chronische Stauungsblutfülle, unter anderem auch bei der Messung 23 der Meßreihe II, der in vivo (23a) bzw. auch der in vitro (23b) Messung. In 7 histologischen Schnitten konnten Lochkerne als Zeichen der Glykogenspeicherung, in 7 Fällen eine Fibrosierung und in weiteren 7 eine mäßige intrahepatische Cholestase nachgewiesen werden. Hydropische Zellschwellung war bei 5 Lebern, beginnender cirrhotischer Umbau in 2 und Metastasen in 1 Fall zu finden. (Vgl. Abb. 5, S. 7)

Abb. 5 zu Meßreihe II

Grunderkrankungen

mäßige bis hochgradige Arteriosklerose	61, 5 %
essentielle, arterielle Hypertonie	46 %
Diabetes mellitus	23, 1 %
Carcinome	23, 1 %
benigne Tumorerkrankungen	15, 4 %
Herzklappenersatz	15, 4 %
renale Hypertonie	3, 8 %

Leberhistologie

Leberepithelzellverfettung versch. Grade	69, 2 %
Nekrosen/Lamellendissoziation/Gefügedilatation	61, 5 %
akute, subakute oder chron. Stauungsblutfülle	57, 7 %
Lochkern (Glykogenspeicherung)	26, 9 %
Fibrosierung	26, 9 %
intrahepatische Cholestase	26, 9 %
hydropische Zellschwellung	19, 2 %

Bei der Messung 23 der Meßreihe II wurde das Lebervolumen sowohl in vivo zwei Tage ante mortem bestimmt, als auch durch den malignen Verlauf der Erkrankung bedingt, anhand des Sektionspräparates post exitum, in vitro.

4) 27 in vivo Bestimmungen von Humanlebern mit dem RA 1
(Meßreihe III)

An 27 Patienten wurden in vivo Messungen der Leber, wie bisher, so - wohl mit dem Triplex-, als auch mit dem Duplex-Schallkopf durchgeführt. Die in vivo Messung erfolgte in Rückenlage des Patienten. Der mit dem Applikator exakt bestimmte linke Leberrand wurde mit einem Farbstift auf der Bauchhaut markiert. Der Abstand der Tangente an der rechten Thoraxwand in Höhe der Leber vom Markierungspunkt des linken Leberrandes, abzüglich 1, 5 bis 2 cm durch Fettschicht und Rippen, ergab die größte ventrale Leberbreite c, den ersten Parameter für die Rechnung. Die Lage der Drittelpunkte A und B konnte aus der Leberbreite c berechnet werden. Anschließend wurde der Applikator an den aufgezeichneten Drittelpunkten A und B in Atemmittellage aufgesetzt, und der jeweilige Umfang in sagit - taler Schnittebene sonographisch abgebildet (Vgl. Abb. 1, S. 2). Die Umfangswerte a und b in den Punkten A und B ließen sich nach Um - fahren des auf dem Bildschirm dargestellten Leberrandes mit einem Leucht - punkt dank der Geräteautomatik (Caliper) ablesen. Nach Einsetzen der beiden Drittelumfänge a, b und der Leberbreite c in die Gleichung (Vgl. Abb. 2, S. 3), konnten die entsprechenden Lebervolu - mina rechnerisch ermittelt werden. Ergänzend zu den Parametern (a, b und c) wurden bei den Untersuchungen der Meßreihe III noch Form der beiden Leberlappen, Länge des linken Leber - lappens über der Aorta und Länge des rechten Leberlappens in der rechten MCL, Breite des linken Lappens, perkutorisch und palpatorisch bestimmte Leberlänge in der rechten MCL, sowie die Struktur der Leber im Ultra - schallbild beschrieben.

Bei den Patienten der Meßreihe III handelte es sich um 18 männliche und 9 weibliche Probanden. Das Durchschnittsalter der Männer betrug 39, 4, das der Frauen 58 Jahre. Die Probanden hatten ein durchschnittliches Gewicht von 66, 2 kg bei einer mittleren Größe von 167, 4 cm.

An Grunderkrankungen lagen in 8 Fällen ein Diabetes mellitus, in 5 eine Herz- und Koronarinsuffizienz, in 4 Z.n. akuter oder chronischer Pan - kreatitis, in 3 Fällen eine Leber-Zirrhose mit Ösophagusvarizen und eben - falls bei 3 Probanden ein Colon spasticum vor. Bei 2 Patienten handelte es sich um Karzinome, wobei davon in einem Fall bereits Lebermetastasen

nachweisbar waren. In weiteren 2 Fällen war eine essentielle, arterielle Hypertonie diagnostiziert worden. Ansonsten wurde ein Patient mit Morbus Crohn, einer mit Colitis ulcerosa , einer mit Z.n. Ulcus duodeni, einer mit einem Non-Hodgkin-Lymphom und einer mit chronisch lymphatischer Leukämie untersucht (Vgl. Abb. 6)

Abb. 6 zu Meßreihe III

Grunderkrankungen

Diabetes mellitus	8
Herz- u. Koronarinsuffizienz	5
Pankreatitiden	4
Leber-Ci	3
Colon spasticum	3
Karzinome	2
essent., art. Hypertonie	2
Morbus Crohn	1
Colitis ulcerosa	1
Z.n. Ulcus duodeni	1
Non-Hodgkin-Lymphom	1
Chron.lymphat. Leukämie	1

5) 5 in vivo Messungen mit dem RA 1 (Sector-Scanner) im Vergleich zum Imager 2380 (Linear-Scanner) (Meßreihe IV)

a) Gerätebeschreibung

Beschreibung des Sector-Scanners RA 1 (Fa. Siemens) mit Triplex- und Duplex-Applikator unter II. 3 a; S. 4 .

Der Schallkopf des Imager 2380 (Fa. Siemens) besteht aus einer linearen Anordnung einzelner Kristallelemente. Diese können elektronisch zu Gruppen geschaltet werden ("Multielement Array"), wodurch man durch eine bestimmte Anzahl nebeneinanderliegender und gleichzeitig erregter Einzellelemente einen quadratischen Flächenschwinger erhält. Eine Einheit liefert eine Ultraschallbildzeile. Auf dem Bildschirm wird durch Weiterrücken der Gruppe um ein Element die nächste Zeile erregt. Durch die charakteristische Gleichheit der Gruppen der Einzelemente, je nach Applikator 256 Elemente bei 2,5 MHz Frequenz, bzw. 384 Elemente bei 3,5 MHz, entsteht somit Zeile für Zeile ein gleichmäßig scharfes B-Bild. (Vgl. Abb. 7, S. 11)

b) Meßreihe IV

In Meßreihe IV wurde das Volumen von 5 Humanlebern in vivo zunächst, wie in Meßreihe III, mit dem Sector-Scanner (Triplex- und Duplex-Applikator) vom Typ RA 1 bestimmt und anschließend den Meßwerten des Array-Gerätes Imager 2380 gegenübergestellt. Jeweils 2 bis 3 Meßwerte ergaben die für den Vergleich verwandten Volumenmittelwerte.

6) Sonographische Volumenbestimmung der Leber und Bestimmung des Volumens per Computertomographie im Vergleich (Meßreihe V)

An einem Patienten mit Verdacht auf ein metastasierendes Gallenblasen-NPL bei ausgeprägter Hepatomegalie wurde das Lebert Volumen zunächst sonographisch mit dem Sector-Scanner (RA 1 mit Triplex- und Duplex-Schallkopf) und anschließend mit dem Linear-Scanner (Imager 2380) bestimmt. Das im Vergleich dazu angefertigte Computertomogramm der Leber bestand

aus 20 von kaudal nach kranial in 8 mm Abständen angelegten Horizontal -
schnitten. Nach computergesteuerter Flächen- und Volumenberechnung wurden
die zwanzig 8 mm dicken Scheiben zum Gesamtvolumen des Organs aufaddiert
und dem sonographisch ermittelten Lebervolumen gegenübergestellt.

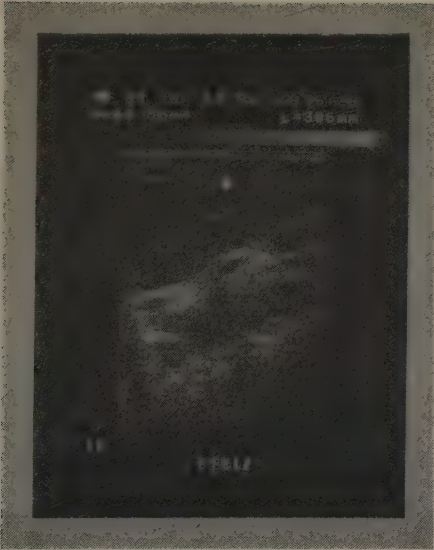


Abb. 7
Linear-Scanner
("Multielement-Array")

III. Ergebnis

1) 23 in Formalin fixierte Humanlebern

(Meßreihe I; Anatomiepräparate)

An 23 in Formalin fixierten Lebern wurden während der Vorversuche mit einem Maßstab ihre größte Breite c bestimmt, und anschließend mit einem Nylonfaden in den definierten Punkten ihre Drittelumfänge a und b . Bei den Lebern handelte es sich um Organe aus einem anatomischen Präparationskurs. Sie waren von sehr unterschiedlicher Größe, wobei Leber Nr. 17 mit 840 ml das kleinste, Organ 8 mit 2450 ml das größte gemessene Realvolumen besaß. Das durch Wasserverdrängung bestimmte, mittlere Realvolumen der 23 Lebern betrug 1471, 74 ml. Das nach der Formel $(a + b) \times c$ errechnete Durchschnittsvolumen ergab 1487, 85 ml. Das durchschnittliche Differenzvolumen von 65, 45 ml machte 4, 4 % des mittleren Realvolumens aus. Insgesamt lag die mittlere Abweichung des errechneten vom tatsächlichen Volumen bei 4, 73 %.

Drei der Meßwerte zeigten mit 14, 18 % (I.1), 16, 02 % (I.4) und 10, 10 % (I.11) Volumendifferenzen oberhalb der 10 % Fehlergrenze. Ohne diese drei Messungen hätte sich eine mittlere Abweichung von nur 3, 37 % ergeben. Weitere vier der 23 Untersuchungen lagen mit ihrem Meßfehler über 5 % (I.7, I.8, I.10, I.17). (Vgl. Abb. 8, S. 15; s. Anhang zu Meßreihe I, S.37)

2) 26 Humanlebern mit dem RA 1 bestimmt (in vitro)

(Meßreihe II; Sektionslebern)

Die Messungen mit dem Ultraschallgerät wurden in 25 Fällen nur in vitro vorgenommen, in Fall II. 23 sowohl in vivo (II.23 a), als auch in vitro (II.23 b). Für die insgesamt 26 in vitro Messungen ergab sich ein gemessenes, mittleres Volumen von 1797, 21 ml. Die errechneten Volumina wurden differenziert nach Triplex- und Duplex-Applikator. Der errechnete Volumenmittelwert des Triplex-Schallkopfes betrug 1763, 82 ml, der des Duplex 1774, 31 ml. Die mittleren Differenzvolumina der errechneten zu den jeweils gemessenen, tatsächlichen Werten lagen bei 70, 56 ml (Triplex : entsprach 3, 93 % des gemessenen Realvolumens) bzw. 62, 54 ml (Duplex : entsprach 3, 48 % des Realvolumens). Die mittleren Fehler beliefen sich auf 3,71 % beim Triplex- und 3, 32 % beim Duplex -

Schallkopf. (Vgl. Abb. 9, S. 16; Abb. 10, S. 17; s. Anhang zu Meßreihe II, S. 40 - 67)

Von den 26 in vitro Messungen lag der Wert 23 b mit 12, 18 % (Triplex) bzw. 14, 52 % (Duplex) oberhalb der 10 % Abweichungen des errechneten vom gemessenen, tatsächlichen Volumen. Es handelte sich um eine Leber mit nahezu kugelförmigem, rechten Leberlappen bei Stauungsblutfülle nach Rechts - herzversagen. Ohne diesen Meßwert hätte sich eine mittlere Abweichung von 3, 37 % mit dem Triplex- und 2, 87 % mit dem Duplex-Schallkopf ergeben. Die in vivo Messung 23 a entsprach in der Berechnung dem Wert von 23 b, jedoch hatte sie mit 12, 19 % (Triplex) und 17, 21 % (Duplex) ebenfalls eine Abweichung vom Realvolumen von über 10 %.

Außer diesen Werten lagen die Messungen II.5 mit 6, 56 % (Duplex), II.12 mit 5, 57 % (Triplex), II.16 mit 7, 2 % (Duplex), II.20 mit 7, 62 % (Triplex) und II.21 mit 9, 03 % (Triplex) bzw. 7, 79 % (Duplex) im Fehlerbereich über 5 %.

3) 27 Humanlebern mit dem RA 1 bestimmt (in vivo)
(Meßreihe III)

Für die 27 in vivo Messungen ergaben sich, nach Einsetzen der mit dem Ultraschallgerät ermittelten Parameter in die Gleichung, die errechneten Volumenmittelwerte von 1482, 17 ml für den Triplex- und 1506, 50 ml für den Duplex-Schallkopf. Das Differenzvolumen von 24, 33 ml entsprach 1, 63 % des fiktiven Mittelwertes aus dem Triplex- und Duplex - Durchschnittswert (1494, 34 ml). (Vgl. Abb. 11, S. 18; s. Anhang zu Meßreihe III, S. 68 - 95)

Die sonographisch bestimmte mittlere Länge des rechten Leberlappens innerhalb der rechten MCL betrug 10, 2 cm. Durch perkutorische Bestimmung ergab sich eine mittlere Leberlänge an gleicher Stelle von 11, 37 cm. In 9 von 26 Fällen war die Leber unterhalb des Rippenbogens in der rechten MCL nicht zu tasten. Bei den übrigen Patienten war sie im Mittel 2, 2 QF unterhalb des rechten Rippenbogens tastbar, was einem Gesamtmittelwert von 1 1/2 QF entspricht.

Bei Leber III.7 konnte für den Triplex-Applikator kein Volumen berechnet werden, da der rechte Leberlappen größtenteils im knöchernen Thorax lag und für den Triplex-Schallkopf uneinsehbar war.

Im Fall III.25 konnte das errechnete Volumen nicht zur Ermittlung der

durchschnittlichen Lebertvolumina herangezogen werden, da zwischen Triplex und Duplex ein Unterschied von etwa 12 % vorlag, der auf ein Chilaidditi Syndrom zurückzuführen war. In diesem Fall war durch Interposition des teilweise luftgefüllten Colons zwischen Zwerchfell und Leber, bzw. durch Luftüberlagerung der Leber selbst, keine eindeutige sonographische Beurteilung des Organs möglich, und auch die palpatorisch, perkutorische Bestimmung der Lebergröße war nur sehr ungenau durchführbar. Außer in III.7 war die Volumenberechnung in allen Fällen sowohl mit dem Triplex-, als auch mit dem Duplex-Applikator möglich; d.h., daß in 96, 3 % der Untersuchungen eine Volumenberechnung mit dem Ultraschallgerät nach der beschriebenen Methode praktikabel war.

Ultraschallbilder, bei denen der Leberober- oder/und Leberunterrand aufgrund der Organgröße selbst oder sonstiger Störfaktoren (z.B. Lageanomalie der Leber bei Zwerchfelldiaphragmahochstand, o.ä.) abgeschnitten war/en, konnten nach vorheriger Formbetrachtung des Organs mit dem Leuchtpunkt ergänzt werden (Vgl. Abb. 4, S. 5). Es ergaben sich keine nennenswerten Unterschiede der Drittelumfänge, wie sich beim Vergleich von Lebern mit voll im Bild meßbaren Umfängen und den gleichen anschließend bewußt abgeschnittenen und ergänzten Drittelumfängen zeigte.

4) 5 Humanlebern in vivo bestimmt, im Vergleich Sector- zu Linear-Scanner (Meßreihe IV)

Die Abweichung der mit dem Triplex- und Duplex-Applikator bestimmten Lebertvolumina voneinander betrug mit etwa 1, 1 % weit unter 5 %.

Der Duplex-Meßwert wich im Mittel von dem des mit dem Array bestimmten Volumens um 2, 8 % ab, während der mittlere Triplex-Wert nur um 2, 1 % vom Volumenwert des Array differierte. (s. Abb. 11, S. 19; Anhang IV, S. 96)

5) Vergleich des sonographisch bestimmten Lebertvolumens zu dem per CT ermittelten Wert (Meßreihe V)

Der Mittelwert aus Duplex (2586, 1 ml), Triplex (2480 ml) und Array (2519, 1 ml) ergab den sonographischen Gesamtwert dieser Messung (2528, 4 ml). Das aus den 20 computertomographisch dargestellten Einzelscheiben errechnete Volumen betrug 2571 ml. Das Differenzvolumen von 42, 6 ml entsprach etwa 1, 7 %, bezogen auf 2550 ml als den Mittelwert aus Ultraschall und CT. (s. Abb. 12, S. 19; Anhang zu Meßreihe V, S. 102 - 104)

Abb. 8 zu Meßreihe I

Nr.	gemess.Vol.(ml)	errechn.Vol.	Diff.vol.	Abweichung (%)
1	141o	161o	2oo	14, 18
2	167o	1612, 65	57, 35	3, 43
3	128o	13o1, 18	21, 18	1, 65
4	1o1o	1171, 8	161, 8	16, o2
5	157o	1538	32	2, o3
6	182o	1757, 5	62, 5	3, 43
7	148o	1591, 2	111, 2	7, 51
8	245o	23o9, 45	14o, 55	5, 73
9	123o	1258	28	2, 27
1o	138o	1513, 53	133, 53	9, 67
11	94o	1o35	95	1o, 1o
12	191o	1973, 7	63, 7	3, 33
13	169o	1662, 55	27, 45	1, 62
14	133o	1263, 5	66, 5	5, o
15	16oo	1653, 6	53, 6	3, 35
16	123o	122o	1o	o, 81
17	84o	9o6, 75	66, 75	7, 94
18	136o	1358, 5	1, 5	o, 11
19	135o	1336, 44	13, 56	1, o
2o	157o	155o	2o	1, 27
21	165o	1585, 5	64, 5	3, 9
22	172o	1648, 5	71, 5	4, 15
23	136o	1363, 25	3, 25	o, 24
Ges.	33 85o	34 22o, 6	15o5, 42	1o8, 74
Mw.	1471, 74	1487, 85	65, 45 (4, 4 %)	4, 73

Abb. 9 zu Meßreihe II

Nr.	Gemess.Vol.(ml)	Triplex	Duplex	Diff.Triplex	Diff.Duplex	Fehler Tri.	Fehler Du. (%)
1/220	1980	1930, 08	1941, 6	49, 92	38, 4	2, 52	1, 94
2/260	2025	1981, 98	1996, 8	43, 02	28, 2	2, 12	1, 39
3/263	2397, 5	2290	2295	107, 5	102, 5	4, 48	4, 28
4/269	1592, 5	1645, 6	1635	53, 1	42, 5	3, 33	2, 67
5/272	1797, 5	1714, 08	1679, 52	83, 42	117, 98	4, 64	6, 56
6/297	1337, 5	1376	1385, 6	38, 5	48, 1	2, 88	3, 6
7/316	1790	1814, 25	1848, 32	24, 25	58, 32	1, 35	3, 26
8/334	1580	1589, 35	1596	9, 35	16, 0	0, 59	1, 01
9/336	2105	2036, 25	2048, 75	68, 75	56, 25	3, 27	2, 67
10/370	1842, 5	1808, 1	1874, 25	34, 4	31, 75	1, 87	1, 72
11/377	1767, 5	1688, 5	1720, 62	79, 0	46, 88	4, 47	2, 65
12/397	1500	1583, 6	1539, 73	83, 6	39, 73	5, 57	2, 65
13/440	1710	1635, 9	1680	74, 1	30, 0	4, 33	1, 75
14/444	1895	1820, 4	1879, 2	74, 6	15, 8	3, 94	0, 83
15/454	1827, 5	1903, 5	1832, 6	76, 0	5, 1	4, 16	0, 28
16/462	1145	1183, 2	1227, 4	38, 2	82, 4	3, 34	7, 2
17/468	1487,5	1512, 9	1536, 48	25, 4	48, 98	1, 7	3, 29

Abb. 10 zu Meßreihe II

Nr.	gemess. Vol. (ml)	Triplex	Duplex	Diff. Triplex	Diff. Duplex	Fehler Tri.	Fehler Du. (%)
18/472	1627, 5	1656, 2	1662, 7	28, 7	35, 2	1, 76	2, 16
19/473	1385	1437	1438	52, 0	53, 0	3, 75	3, 82
20/478	1920	1773, 6	1885, 2	146, 4	34, 8	7, 62	1, 81
21/479	2490	2265, 2	2296	224, 8	194, 0	9, 03	7, 79
22/484	1705	1759, 05	1751, 63	54, 05	46, 63	3, 17	2, 73
(23a/491a	--	2076, 8	1958, 0	288, 2	407, 0	12, 19	17, 21)
23b/491b	2365	2076, 98	2021, 64	288, 02	343, 36	12, 18	14, 52
24/499	1760	1745, 1	1741, 5	14, 9	18, 5	0, 85	1, 05
25/501	1740	1688, 75	1747, 5	51, 25	7, 5	2, 94	0, 43
26/508	1955	1943, 78	1870, 9	11, 22	84, 1	0, 57	4, 3
Summe	46 727, 5	45 859, 35	46 131, 94	1834, 45	1625, 98	96, 43	86, 36
Mw.	1797, 21	1763, 82	1774, 31	70, 56	62, 54	3, 71	3, 32

Abb. 11 zu Meßreihe III

Nr.	re MCL (sono.)	QF (palpat.)	re MCL (perkut.)	Vol.Triplex / Duplex
1	8, 2 cm	--	9, 5 cm	1489, 53 / 1489, 53
2	10, 5 cm	$1\frac{1}{2}$	10 cm	1321, 46 / 1333, 85
3	10, 0 cm	4	12, 5 cm	1537, 25 / 1402, 45
4	8, 4 cm	--	10, 0 cm	1297, 78 / 1358, 27
5	11, 5 cm	--	12, 5 cm	1558, 20 / 1589, 70
6	7, 2 cm	2	9, 0 cm	1218, 85 / 1180, 47
7	10, 2 cm	--	11, 0 cm	---- / 1607, 2
8	8, 0 cm	$1\frac{1}{2}$	10, 0 cm	1312, 52 / 1383, 20
9	8, 6 cm	1	9, 0 cm	1338, 55 / 1429, 37
10	12, 0 cm	2	13, 5 cm	1406, 93 / 1417, 65
11	11, 0 cm	$1\frac{1}{2}$	11 cm	1404, 00 / 1456, 65
12	13, 5 cm	3	13 cm	1815, 09 / 1941, 32
13	6, 0 cm	--	9 cm	1468, 00 / 1491, 00
14	12, 0 cm	2	13 cm	1448, 55 / 1498, 50
15	14, 6 cm	2	15, 5 cm	1130, 40 / 1113, 66
16	9, 9 cm	--	9, 5 cm	1404, 87 / 1346, 44
17	12, 3 cm	$3\frac{1}{2}$	12 cm	1703, 10 / 1702, 05
18	6, 6 cm	--	8 cm	1058, 94 / 1076, 40
19	13, 9 cm	3	16 cm	1689, 75 / 1715, 63
20	8, 7 cm	$1\frac{1}{2}$	10, 5 cm	1663, 60 / 1682, 60
21	10, 9 cm	4	11, 5 cm	1930, 70 / 1941, 45
22	13, 6 cm	2	14, 0 cm	1979, 88 / 1976, 82
23	10, 7 cm	--	12, 0 cm	1564, 86 / 1564, 60
24	10, 2 cm	--	11, 0 cm	1501, 63 / 1545, 70
(25	7, 1 cm	--	--	1235, 60 / 1388, 50)
26	11, 1 cm	$1\frac{1}{2}$	12, 0 cm	1447, 88 / 1524, 38
27	9, 1 cm	2	10, 5 cm	1361, 14 / 1418, 12
Mw.	10, 2 cm	1, 46	11, 37 cm	1482, 17 / 1506, 50

Abb. 12 zu Meßreihe IV

Nr.	Duplex	Triplex	Array	Diff.Duplex/Array	Diff.Triplex/Array
1	1426, 4	1468, 4	1473, 2	46, 8 (3, 2 %)	4, 8 (0, 3 %)
2	1855, 4	1841, 8	1786, 2	69, 2 (3, 8 %)	55, 6 (3, 0 %)
3	1795, 2	1815, 9	1842, 3	47, 1 (2, 6 %)	26, 4 (1, 5 %)
4	1524, 4	1447, 9	1464, 8	59, 6 (4, 0 %)	16, 9 (1, 1 %)
5	1418, 1	1361, 1	1424, 5	6, 4 (0, 5 %)	63, 4 (4, 5 %)
Mw.	1603, 9	1587, 0	1598, 2	2, 8 %	2, 1 %

Mw. 1595, 45 (Duplex-Triplex; Sector)

Mw. 1596, 4 (Duplex-Triplex-Array; Sonogr.Ges.Mw.)

Die Prozentangaben beziehen sich auf den sonographischen Mittelwert der jeweiligen Messung.

Abb. 13 zu Meßreihe V

Duplex	2586, 1	Differenz Duplex/Array	2, 6 %
Triplex	2480	Differenz Triplex/Array	1, 5 %
Array	2519, 1	(% bezogen auf den sonogr. Mittelwert)	
	2528, 4	Sonographischer Mittelwert	

CT - Volumen 2571

Differenzvolumen : 42, 6 (CT - SonoMw)
entspricht etwa : 1, 7 % des Mw aus CT und Sono
(2549, 7)

IV. Diskussion

Aufgrund der Tatsache, daß bisherige nuklearmedizinische, röntgenologische und auch sonographische (10, 11, 13) Volumenbestimmungen der Leber zu zeitaufwendig, oder für den Patienten zu belastend gewesen sind, oder wie die perkutorisch, palpatorische Untersuchungsmethode keine ausreichend genaue Größenbeurteilung des Organs zugelassen haben, bestand die Aufgabe dieser Arbeit in der Findung einer zeitsparenden und dennoch hinreichend exakten sonographischen Meßmethode zur Bestimmung des menschlichen Leber - volumens. Es galt, ein Meßverfahren zu finden, das sowohl mit Geräten vom Typ der Sector-Scanner (in der vorliegenden Arbeit Triplex- oder Duplex - Applikator des RA 1 der Firma Siemens), als auch der Linear-Scanner (Imager 2380 der Fa. Siemens) gleichwertig anwendbar ist, da bereits in der Geräte - beschreibung (s. II.3 a, S. 4; s. II.5 a, S. 10) darauf hingewiesen wurde, daß zwischen dem Schnittbild der Leber mit einem Duplex-Schallkopf ein Unterschied zum Triplex-Applikator bzw. zum Typ des Linear-Scanners besteht. Die Abbildung der Leber mit dem Triplex-Schallkopf (Sector-Scanner) erscheint ebenso wie die mit dem Transducer eines Linear-Scanners plan, es kommt also zu keiner Verzerrung des Organs auf dem Ultraschallbild. Der Duplex-Applikator dagegen bildet zumindest den Leberoberrand konkav ab (s. Abb. 4, S. 5), was zudem durch den Druck des im Verhältnis zum Triplex - Schallkopf bzw. zum Applikator des Linear-Scanners kleineren Duplex begünstigt wird.

Die ursprüngliche, klinische Größenbestimmung der Leber durch Perkussion und Palpation beschränkte sich lediglich auf die Ermittlung des Vertikal - durchmessers innerhalb der rechten MCL, sowie die Beurteilung der Ausdehnung des linken Leberlappens. Bereits das Vorhandensein eines Emphysems mit Zwerchfelltieflage, ein meteoristisch geblähter Bauch oder Adipositas können zu einer erschwerten Beurteilung der Organgrenzen führen, bzw. sie sogar unmöglich machen. Es kann sich bei der Perkussion und Palpation letztlich nur um eine grobe Betrachtung des Vertikaldurchmessers der Leber in der rechten MCL handeln. Eine exakte, quantitative Aussage über die Lebergröße im Sinne des Lebervolumens ist nicht gegeben, wie Beispiele der Meßreihe III gezeigt haben (Vgl. Abb. 11, S. 18; s. Anhang zu Meßreihe III, S. 68 - 95). So ließen, wie im Fall 3 der Meßreihe III, palpierende 4 QF unterhalb des Rippenbogens innerhalb der rechten MCL keineswegs den Schluß auf eine Volumenvergrößerung zu, da der sonographisch bestimmte Vertikal - durchmesser an gleicher Stelle mit 10 cm im Normbereich lag, und auch das sonographisch bestimmte Volumen mit ca. 1500 ml einen Normalwert darstellte

(8, 9, 13, 14). Ebenso wäre ein sonographisch ermittelter Längsdurchmesser von 7, 2 cm kaum aus einer 2 QF unterhalb des rechten Rippenbogens tastbaren Leber abzuleiten gewesen, geschweige denn das relativ geringe Volumen von nur 1200 ml, wie es bei der Leber 6 der Meßreihe III der Fall war. Umgekehrt war für einen sonographischen Vertikaldurchmesser von 14, 6 cm in der rechten MCL, wie in Fall III.15, ein berechnetes Volumen von etwa 1100 ml ein deutliches Beispiel dafür, daß weder der perkutorisch, palpatorisch, noch der sonographisch exakt bestimmte Vertikaldurchmesser allein eine genauere quantitative Beziehung zum Gesamtvolumen der Leber besitzt und daher klinisch wenig Aussagekraft über die Organgröße hat.

Zu den Normalwerten sind in der Literatur (4, 5, 8, 9, 14, 18, 19) Angaben über ein durchschnittliches Gewicht der Leber von 1500 g (entspricht 2, 2 bis 2, 7 % des Körpergewichtes) zu finden, ein spezifisches Durchschnittsgewicht von 1, 056 g/ml und daraus ein mittleres Volumen von 1420 ml. An anderer Stelle wird es mit 1720 ml angegeben. Zu berücksichtigen sind bei der Betrachtung der Normalvolumina Alter, Geschlecht und Rasse.

Um eine exaktere Bestimmung der Lebergröße bemüht war noch vor der Sonographie die Nuklearmedizin.

Yagan (20) stellte 1962 den Zusammenhang definierter Schnittebenen im Leberszintigramm mit der Organgröße her.

Rollo und DeLand (16) veröffentlichten 1968 eine Arbeit, in der sie unter Berücksichtigung ellipsoider Formen und bestimmter Strecken in einigen Projektionen szintigraphischer Aufnahmen der Leber die sehr komplizierte und aufwendige Berechnung des Lebervolumens beschrieben.

Naftalis und Leevy (15) erklärten anhand von Sektionspräparaten planimetrische Zusammenhänge mit dem Lebervolumen.

Rosenfield und Schneider (17) stellten die Bedeutung des in der Mitte zwischen Xiphoid und rechtem Leberrand szintigraphisch bestimmten Vertikaldurchmessers zur Beurteilung der pathologischen Lebergröße heraus.

Eikman und seine Mitarbeiter (6) fanden in errechneten Flächen der rechtsseitigen, szintigraphischen Projektionen von Lebern eine Beziehung zu deren Masse, die nach der Autopsie in vitro gemessen werden konnte. Der Korrelationskoeffizient zwischen der definierten Fläche und der Lebermasse betrug im Mittel 0, 83.

Genauere nuklearmedizinische Berechnungen des Lebert Volumens wurden mit Hilfe der Emissions Computer Tomographie (ECT) möglich.

Sowohl Kan und Hopkins (12), als auch Eilles (7) gingen von durch ECT bestimmten, aktivitätsgefüllten Phantomlebern aus, die anschließend durch Wasserverdrängung auf ihr tatsächliches Volumen untersucht wurden. Durch Rotation einer Gamma-Kamera bzw. des Objektes selbst fertigten sie 64 Aufnahmen an. Der Computer errechnete die Schnittflächen und addierte dann unter Berücksichtigung der Schichtdicken die einzelnen Volumina. Der Korrelationskoeffizient der errechneten zu den im Wasserbad gemessenen Volumina betrug 0,85 bis 0,99. Am Patienten erfolgte dann die Messung nach i.v.-Injektion von 2 bis 5 mCi ^{99m} Technetium-Schwefelkolloid. Auf diese Weise erhielten Kan und Hopkins bei der Untersuchung von Normalpersonen ein durchschnittliches Lebertvolumen von 1502 ml, Eilles, der seine Messungen an malignomverdächtigen Patienten durchführte, ein mittleres Volumen von 1583 ml bei Frauen, bzw. 1861 ml bei Männern, wobei letztere Meßwerte auch vom Autor nicht als "Normal"volumina bezeichnet wurden.

Störfaktoren dieser Meßmethoden waren Formvarianten der Leber, die durch Modelle nicht erfaßt werden konnten, die Organbewegungen selbst, oder die Bewegungen des Patienten während einzelner Aufnahmen. Hierdurch und durch ungenügende Anreicherung des radioaktiven Materials im Leberparenchym kommt es zu unscharfer Randbildung in verschiedenen Schnitten und ungenauer Projektion der einzelnen Flächen. Die Dauer der Volumenbestimmung betrug nach Angaben der Autoren zwischen 15 bis 25 Sekunden pro Schnitt, was bei 64 Aufnahmen einer Gesamtdauer von etwa 25 Minuten entspricht.

Zudem bedeutete dieses Verfahren zur Berechnung des Lebert Volumens eine nicht unwesentliche Belastung des Patienten, auch hinsichtlich der Strahlung.

Ende der siebziger Jahre entwickelte man (10, 11, 13) ein sonographisches Meßverfahren zur Bestimmung des Lebert Volumens, wobei das Organ in vertikale und durch definierte Schnittwinkel genau festgelegte schräge Schnitte zerlegt wird; die Volumina der einzelnen Scheiben wurden dann zum Gesamtvolumen hochgerechnet. Ebenso versuchte man die Addition sonographisch horizontal geschnittener Organscheiben.

Der erhebliche Zeitaufwand und die relativ hohe Fehlerquote durch die Vielzahl der anzulegenden Schnitte dieser sonographischen Meßverfahren, insbesondere die vertikale Atemverschieblichkeit des Organs bzw. sonstige Bewe -

gungen des Patienten während der Messung, lassen diese beiden bisherigen sonographischen Meßmethoden für die klinische Routinediagnostik ebenso wenig geeignet erscheinen, wie die vorher beschriebenen nuklearmedizinischen Verfahren.

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Methode zur sonographischen Volumenbestimmung der Leber erstellt, die im Vergleich zu herkömmlichen Meßverfahren

- zeitsparend,
- für den Patienten nicht belastend,
- einfach durchzuführen und
- dennoch hinreichend exakt und
- anwendbar für Sector- und Linear-Scanner

sein sollte.

Die Formel

$$(a + b) \times c = \text{Volumen}$$

Abb. 14

setzt sich aus dem linken Drittelumfang a in Punkt A, dem rechten Drittelumfang b in Punkt B, sowie der Leberbreite c zusammen. (Vgl. Abb. 1, S. 2) Durch die Umfänge a und b wurden sowohl die Höhe der Leber, entsprechend dem Vertikaldurchmesser, als auch die Tiefe des Organs, entsprechend dem Sagittaldurchmesser der Leber, beschrieben. Dies ist insofern von Bedeutung, als der Vertikaldurchmesser der Leber allein keine Volumen- und damit Größenbestimmung der Leber ermöglicht, wie oben erläutert wurde. So könnte bei einem pyknischen Habitus oder bei einem emphysematisch bedingten Zwerchfelltiefstand ein Vertikaldurchmesser von unter 11 cm in der rechten MCL, jedoch erheblicher sagittaler Tiefe eine Organvergrößerung bedeuten, während umgekehrt nicht selten bei asthenischem Körperbau eine langgestreckte Leber einen Vertikaldurchmesser von 12 cm weit überschreiten kann, jedoch durch den geringen Sagittaldurchmesser noch Normalgröße vorliegen kann.

In mehreren Meßreihen wurden die Parameter a, b (Drittelumfänge) und c (Leberbreite) ermittelt, und anschließend anhand der Formel (Abb. 14, S. 23) sowohl die einzelnen Lebervolumina errechnet, als auch die Volumenmittelwerte der entsprechenden Meßreihen gebildet.

Bei der Meßreihe I (Mittelwert : 1487, 85 ml) handelte es sich um in Form a -

lin fixierte Lebern aus dem Anatomischen Institut der Universität Erlangen, bei Meßreihe II (Mittelwert : Triplex 1763, 82 ml; Duplex 1774, 31 ml) um Organe des Pathologischen Institutes und bei Meßreihe III (Mittelwert : Triplex 1482, 17 ml; Duplex 1506, 5 ml) um Lebern von Patienten der Inneren Medizin der Universitätsklinik Erlangen, ebenso bei den 5 Patienten der Meßreihe IV (Mittelwert : Triplex 1587 ml; Duplex 1603 ml; Array 1598, 2 ml), bzw. dem Patienten der Meßreihe V.

Die Meßreihe II lag mit ihrem Mittelwert um durchschnittlich etwa 200 bis 300 ml höher als die Meßreihen I, III und IV. Dies hatte die Ursache wahrscheinlich darin, daß es sich bei Meßreihe II doch meist um finales Herzversagen gehandelt hatte, wodurch die Leber durch den Rückstau im großen Kreislauf angeschwollen war und so postmortal ein größeres Volumen besaß. Dies war beispielsweise auch bei Leber 23 der Meßreihe II der Fall, wo bereits 2 Tage ante mortem eine Rechtsherzbelastung eine Leberschwellung klinisch wahrscheinlich machte, die dann post mortem in der in vitro Messung (II.23 b) verifiziert werden konnte.

Aus den durchschnittlichen Gewichtswerten von 21 Lebern der Meßreihe II (1830 g) und dem entsprechenden mittleren Volumen von 1749, 2 ml (gemessenes, tatsächliches Volumen) ergab sich ein spezifisches Gewicht von 1,05 g/ml (Vgl. Normalwert in der Literatur : 1,056 g/ml).

Bei Meßreihe I (Anatomielebern), die wohl sofort post mortem dem Mittelwert der Meßreihe II entsprochen haben dürfte, setzte durch die Fixation in Formalin eine gewisse Schrumpfung ein.

Daher war ein Vergleich der in dieser Arbeit ermittelten Lebervolumina zu den in der Literatur beschriebenen Normalwerten (Vgl. 2. Abschnitt, S. 21) nur sehr begrenzt möglich. Bei den in den Literaturstellen angegebenen Lebergrößen handelte es sich um "histologisch gesunde" Präparate, während beispielsweise die Anatomiepräparate durch die Fixation in ihrem Volumen verändert wurden, die Sektionslebern großteils pathohistologische Befunde ergaben und auch bei den in vivo Messungen den Lebern teilweise pathologische Veränderungen zugrunde lagen.

Von den insgesamt 80 untersuchten Lebern lagen somit nur etwa 34 mit ihrem Volumen im Normbereich (1420 - 1720 ml), was einem Anteil von 42,5 % entsprach.

Typische Beispiele für Volumenwerte unterhalb des Normbereiches waren die Leber II.19 (1385 ml) und der Fall 27 der Meßreihe III (1361 ml). In beiden

Fällen lag histologisch eine Zirrhose vor. Lebertvolumina über zwei Liter, damit weit oberhalb des in der Literatur beschriebenen Normalbereiches, fanden sich bei den Lebern II.2, II.3, II.9, II.21 und II.23 aufgrund von verschiedenen gradigen Leberepithelzellverfettungen bzw. Stauungsblut - fülle unterschiedlichen Ausmaßes.

Andererseits ergaben sich auch im Falle einer Leberzirrhose (II.20) ein Volumen von 1920 ml, und damit über der Norm, bzw. bei einer Fettleber mit Stauungsblutfülle (II.4, II.8, II.12) Volumenwerte im Normbereich oder da - runter. (Vgl. Abb. 9, S.16; Abb. 10, S. 17; Abb. 11, S. 18; Anhang zu Meßreihe II, S. 40 bzw. zu III, S. 68)

Während der Meßreihen zeigten sich zwei mögliche Fehlerquellen für die sono - graphische Volumenbestimmung der Leber, die durch die anatomischen Beson - derheiten des Organs bedingt waren.

- Ein kugelförmiger, rechter Leberlappen mit nahezu kreisförmiger Schnitt - fläche im Ultraschallbild
- Ein sehr dünner, großflächiger linker Leberlappen

Ausgehend von der Formel

(I)	Volumen =	(a + <u>b</u>)	x	c
	Volumen =	Summe d. Drittelumfänge	x	Leberbreite
(II)	Volumen =	Grundfläche	x	Höhe

war bei der ersten Fehlermöglichkeit nur der rechte Drittelumfang a be - troffen. So zeigte z. B. das Sonogramm der Leber im Fall II.23 im rech - ten Drittelpunkt beinahe eine kreisförmige Schnittfläche.

Mathematisch gesehen ist der Kreis dasjenige geometrische Gebilde, welches bei gleichem Umfang wie andere zweidimensionale Formen (Rechteck, Quadrat, Ellipse ...) die verhältnismäßig größere Fläche besitzt. So hat beispiels - weise ein Kreis mit einem Umfang von 20 cm eine Fläche von 31, 8 cm², während ein Rechteck gleichen Umfanges (z. B. 6 cm x 4 cm Kantenlänge) nur eine Fläche von 24 cm² besitzt.

Das Volumen ist geometrisch durch das Produkt aus Grundfläche x Höhe (II) definiert. Im Fall 23 der Meßreihe II ergab sich ein größeres reales Vo -

lumen als errechnet. Dies beruhte darauf, daß in der Meßmethode der Umfang (Summe der Umfänge a und b in den Drittelpunkten A und B) stellvertretend für die Grundfläche in die Rechnung einging, und allein aus dem Zahlenwert des Umfanges, ohne Betrachtung des Schnittbildes, nicht gesagt werden konnte, ob es sich um eine kreisförmige, für den Zahlenwert des Umfanges zu große "Fläche" handelte oder nicht.

Pathogenetisch war dieser kugelförmige, rechte Leberlappen (Fall II.23) wohl auf ein Rechtsherzversagen bei Lungenembolie zurückzuführen, was zu erheblicher Stauungsblutfülle der Leber geführt haben dürfte. Als Grunderkrankungen lagen bei dieser Patientin eine arterielle Hypertonie, ein Diabetes mellitus, chronische Linksinsuffizienz und zudem noch eine Beinvenenthrombose bei Z.n. Hemicolektomie wegen eines metastasierenden Adenokarzinoms des Colon ascendens vor. Sowohl die diabetische Fettleber, als auch die chronische Linksherzinsuffizienz mit ihren hämodynamischen Rückwirkungen auf das rechte Herz dürften ebenso für die deutliche Hepatomegalie (2365 ml) mitverantwortlich gewesen sein.

Ähnlich wie bei Leber II.23 lag bei den Lebern 5, 20 und 21 der Meßreihe II der errechnete Volumenwert mit über 5 % Abweichung unter dem gemessenen Realvolumen. Der rechte Leberlappen war ebenso wie bei Organ II.23 plump und zeigte im sonographischen Schnittbild annähernd Kreisform. Diese Formvariante war in Fall 5 und 21 wahrscheinlich durch Stauungsblutfülle bei Rechtsherzversagen bedingt.

In der Mehrzahl der untersuchten Lebern handelte es sich jedoch um tropfenförmige oder ovoide Schnittbilder, bei denen die Drittelumfänge als stellvertretende Parameter für die Grundfläche (Vgl. Formel I u. II, S. 24) verwendet werden konnten, wohingegen aus den reinen Zahlenwerten der nahezu kreisförmigen Schnittflächen kein ausreichend genauer Zusammenhang zur tatsächlichen Organgröße herstellbar schien.

Bei der Fehlermöglichkeit des dünn-schichtigen, großflächigen linken Leberlappens könnte sowohl die Leberbreite c, als auch der linke Drittelumfang b betroffen werden.

Hierzu zeigten sich bei den Vorversuchen mit den 23 formalinfixierten Lebern der Meßreihe I in Fall 1 und 4 (Vgl. Abb. 8, S. 15), ebenso wie bei den Messungen 12 und 16 der Meßreihe II (Vgl. Abb. 9, S. 16) ein im Vergleich zum realen Volumen zu hohes errechnetes Volumen. Als Grund hierfür war bei

diesen Untersuchungen sowohl bei der makroskopischen Betrachtung (Meßreihe I), als auch bei der sonographischen Ausmessung (Meßreihe II) der großflächige, sehr dünn-schichtig nach kaudal oder/und medial auslaufende linke Leberlappen zu nennen. Dadurch ergab sich für die Berechnung ein zahlenmäßig im Vergleich zum tatsächlichen Volumen zu hoch und damit nicht mehr repräsentativer Wert für den linken Drittelumfang b (stellvertretend für die "Grundfläche"; Vgl. Formel I u. II, S. 24) oder/und für die Leberbreite (stellvertretend für die "Höhe").

Welche prozentuale Abweichung vom Gesamtvolumen durch Meßfehler dieser Art entstehen könnten, verdeutlicht das folgende Zahlenbeispiel.

(I)	Vol. =	(a + b) x c
(II)	Vol. =	80 x 20

Die Leberbreite c, als Multiplikator der Summe der Drittelumfänge (a + b) muß präzise bestimmt werden, da 1 cm Breitendifferenz bereits ein um 80 ml (hier an Beispiel I u. II) vom realen Volumen abweichendes errechnetes Lebervolumen ergeben würde, während 1 cm Fehler bei der Umfangsbestimmung Abweichungen von etwa 20 ml herbeiführen könnte. Im ersten Fall entspräche die Differenz etwa 5 % des Gesamtvolumens, im letzteren 1, 3 %, wenn man, wie im obigen Zahlenbeispiel (II) einen Summenumfang von 80 cm und eine Breite von etwa 20 cm annähme.

Man muß jedoch hinzufügen, daß man der Forderung einer möglichst exakten Bestimmung der Leberbreite durch die Einfachheit dieser Messung unschwer gerecht werden kann, sofern, wie oben erwähnt, ein unverhältnismäßig dünn nach links auslaufender linker Leberlappen entsprechend gedeutet und vor Einsetzen in die Meßformel die Leberbreite c korrigiert wird.

Zusammenfassend sind die errechneten Volumina von Schnittbildern, die im Drittelpunkt einen nahezu kreisförmigen Leberlappen darstellen (Formvariante 1), als relativ zu niedrig zu bewerten, da ihre Fläche im Vergleich zu dem dazugehörigen Umfang größer ist als bei normalgeformten Lebern.

Die Lebern dagegen, die auf dem Ultraschallbild einen extrem dünnen, großflächigen linken Leberlappen zeigen (Formvariante 2), liegen mit ihrem errechneten Volumenwert im Vergleich zum Realwert zu hoch, da ihr Umfang im Verhältnis zur Fläche zu groß angesetzt wird, bzw. die Leberbreite mit

einem zu hohen Zahlenwert in die Rechnung eingeht.

Im letzteren Fall kann die Leberbreite um den Anteil des nach links medial auslaufenden dünnen linken Leberlappens reduziert werden, und die Multiplikation mit dem so korrigierten Wert ermöglicht dann eine relativ exakte Berechnung der Lebergröße.

Bei der Formvariante des kugelförmigen rechten Leberlappens ist ein Fehler im Bereich von 10 % und darüber anzunehmen, und ein errechnetes Volumen entsprechend zu interpretieren.

Messung 23 der Meßreihe II war beispielhaft für eine weitere Besonderheit. Sowohl die gemessenen Drittelumfänge a und b, als auch die Leberbreite c der in vivo Messung differierten deutlich von den Meßwerten der in vitro Untersuchung. Es zeigten sich trotz dieser Abweichung bei den Einzelparametern bei der Berechnung der Volumina nahezu identische Werte.

Die Summe der Drittelumfänge betrug bei Messung 23 a (in vivo) 91, 7 cm, die Breite 22 cm und das Volumen 2017, 4 ml. Die in vitro Bestimmung 23 b ergab jedoch einen Summenumfang von 80, 37 cm, eine Breite von 25, 5 cm und dennoch ein Volumen von 2049, 43 ml. Die beiden Volumina differierten um ungefähr 1, 5 %. Die Abweichung der gemessenen Parameter (a + b) und c voneinander und ein trotzdem nahezu identisches errechnetes Lebervolumen sprachen dafür, daß die verwandten Parameter durch ihre indirekte Proportionalität zueinander zur Volumenbestimmung geeignet waren.

Bei der im Wasserbad liegenden Leber 23 b wirkte der Druck des umgebenden Wassers weniger formstabilisierend, als die natürlichen Druckverhältnisse der Leber in situ (23 a). Das bedeutete, daß die Leber im Wasserbad eine gewisse Breitenzunahme erfuhr (von 22 cm auf 25, 5 cm), was durch die vertikal verlaufende Leberlappengrenze, als eine Art Nahtstelle, begünstigt worden sein dürfte. Da die Leber jedoch, zumindest innerhalb gewisser Grenzen und Zeiträume, ein insgesamt konstantes Volumen besitzt, verringerten sich mit der Leberverbreiterung im Wasserbad dazu indirekt proportional die Summe der Drittelumfänge (von 91, 7 cm auf 80, 37 cm). Bei der in vivo Messung 23 a umgaben im Bauchraum die Rippen, das Zwerchfell und die Organe des Verdauungstraktes die Leber und stabilisierten sie dadurch relativ gedrungen in ihrer Form. Das bedeutete im Vergleich zum Wasserbad größere Drittelumfänge durch größere sagittale Tiefe, bei geringerer Leberbreite.

Die indirekte Proportionalität der Parameter (a + b) (Summe der Drittelumfänge) und c (Leberbreite) zueinander hatte das nahezu identische Volumen in Messung 23 a und 23 b erklärt. (Vgl. Anhang Meßreihe II, 23 a/b, S.63/64)

Um die dritte denkbare Fehlerquelle bei der Volumenberechnung der Leber, die Verwendung der Schallköpfe verschiedener Systeme, auszuschließen und damit die Forderung an die sonographische Meßmethode zu erfüllen (Vgl. S. 23 oben), wurden in einigen Meßreihen die Ergebnisse von unterschiedlichen Applikatoren einander gegenübergestellt.

Sowohl in Meßreihe II (26 Humanlebern in vitro mit dem RA 1), als auch in Meßreihe III (27 in vivo Messungen mit dem RA 1) ergaben sich für den Triplex- und für den Duplex-Applikator annähernd identische Meßergebnisse. Es errechneten sich bei der Meßreihe II durchschnittliche Meßfehler von 3, 7 % mit dem Triplex- und 3, 3 % mit dem Duplex-Schallkopf, was einem Korrelationskoeffizienten der realen zu den errechneten Volumina von 0, 977 entsprach. (Vgl. Abb. 15, S. 29; Abb. 16, S. 30; Abb. 10, S. 17) Bei Meßreihe III ergaben sich für den Triplex-Applikator 1482, 17 ml als mittleres Volumen, für den Duplex 1506, 5 ml. Die Abweichung dieser Mittelwerte voneinander betrug 1, 6 %. (Vgl. Abb. 11, S. 18)

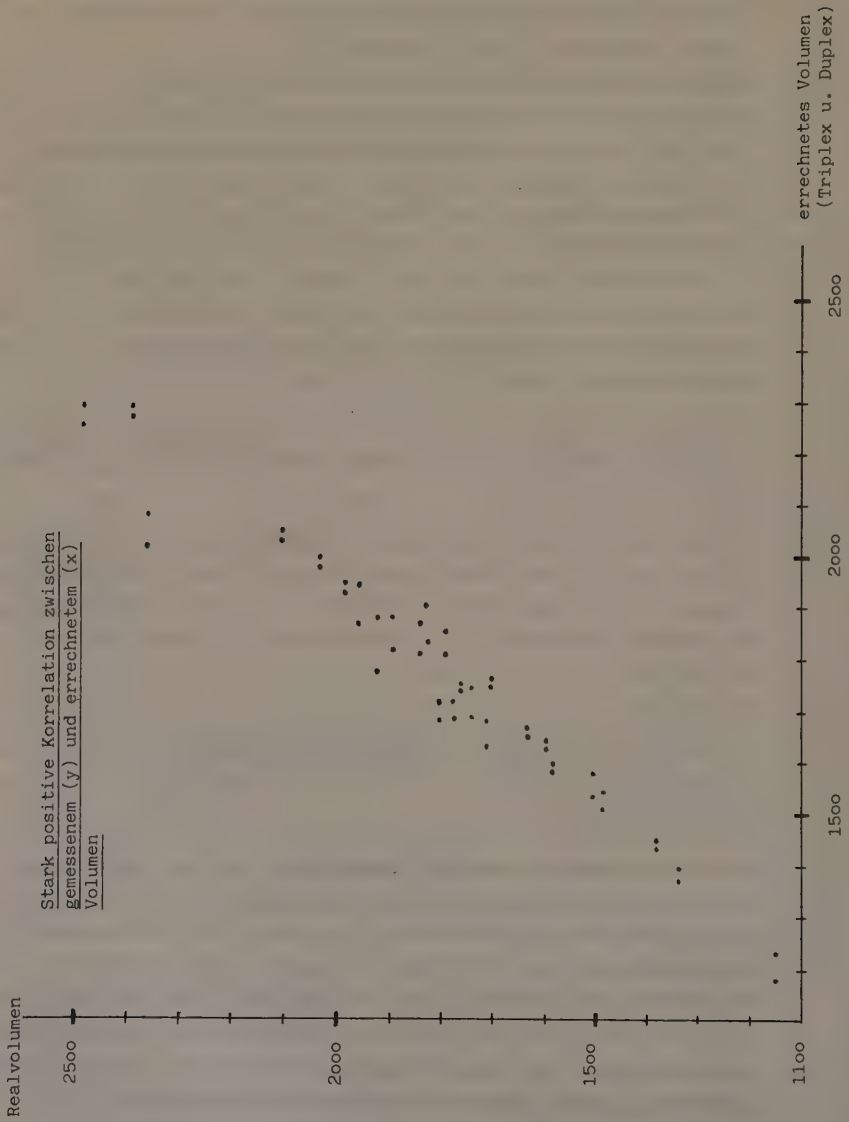
Die Ergebnisse bewiesen, daß unter Verwendung von Schallköpfen verschiedener Typen (Triplex/Duplex) keine nennenswerte Differenz der errechneten Lebervolumina auftrat.

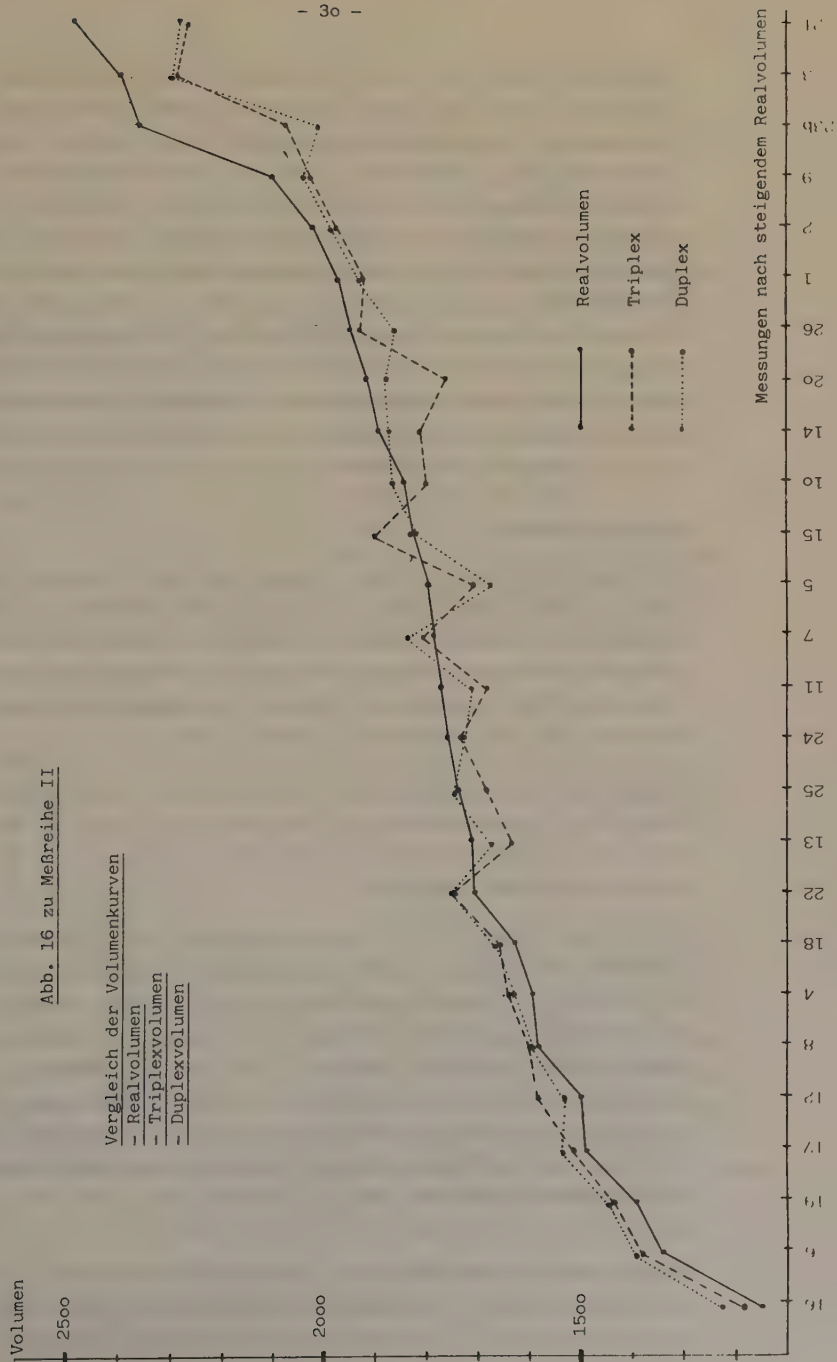
Die Meßreihe IV zeigte einen Sector-Scanner (Triplex- und Duplex-Transducer des RA 1; Fa. Siemens) im Vergleich zu einem Linear-Scanner, einem "Multi-element-Array" (Imager 2380; Fa. Siemens). Die mit dem Duplex gemessenen Lebervolumina wichen von denen mit dem Array um 2, 8 % ab, mit dem Triplex nur um etwa 2, 1 %. (Vgl. Abb. 12, S. 19)

Somit können sowohl Sector-, als auch Linear-Scanner gleichwertig zur Bestimmung des Leber Volumens verwendet werden, wodurch die Forderung über die Anwendbarkeit der Meßmethode für verschiedene Sonographiesysteme als erfüllt gelten kann.

Der Triplex-Schallkopf und der Linear-Scanner, die beide die Leberoberfläche nahezu plan abbilden, sind dem Duplex, der den Leberoberrand im Sinne einer Konkavität verzerrt erscheinen läßt (Abb. 3 u. 4, S. 5; Abb. 7, S. 11), besonders bei Patienten mit relativ schmalem Unterhautfettgewebe vorzuziehen. Je näher die Leberoberfläche mit dem Duplex in der Abbildung erscheint, desto konkaver ergibt sich im Schnittbild ihr Oberrand, woraus sich bei der Umfangsmessung in den definierten Drittpunkten unter Umständen meßtechnische Schwierigkeiten ergeben könnten, da der Leberunterrand, bzw. der zwerchfellnahe Leberoberrand bei einem Sector-Scanner das ventrale Abbil -

Abb. 15 zu Meßreihe II





dungsfeld überschreiten könnte (Vgl. Abb. 4, S. 5). Die konkave "Verzerrung" des Duplex zeigt sich nicht bei adipösen Patienten bzw. unter Verwendung einer Wasservorlaufstrecke, da in diesen Fällen der Leberober - rand weiter unten im Sektorbild liegt, wo die Verzerrung weniger ausge - prägt erscheint.

Sollte bei einer Leber der Drittelumfang weder mit dem Duplex-, noch mit dem Triplex-Applikator oder dem Schallkopf eines Linear-Scanners insgesamt abbildbar sein, so ist es möglich, nach vorheriger sonographischer Routine - betrachtung, und damit Kenntnis der Leberform, das Schnittbild bei der Umfangsmessung mit dem Leuchtpunkt der Form entsprechend zu ergänzen (s. Abb. 4, S. 5). Selbst mehrere derartig "ergänzende" Umfangsmessungen er - gaben keine relevanten Abweichungen der Umfänge voneinander. Somit konnte die vierte mögliche Fehlerquelle

- ein nicht in ganzer Größe in einem Schnitt abbildbares Organ eliminiert werden.

Überlegen ist der Sector-Scanner (Duplex) den beiden anderen Transducer - Typen (Triplex, Array), wenn, wie in Fall 7 der Meßreihe III (Abb. 11, S.18), der rechte Leberlappen großteils im knöchernen Thorax liegt und so für den größeren Triplex-Schallkopf oder den des Linear-Scanners unzugänglich ist, während der Sector-Scanner (Duplex) das subphrenische Areal vom Rippen - bogen oder vom Interkostalraum aus noch erfassen kann.

Die Richtigkeit und Meßgenauigkeit der aufgezeigten sonographischen Meß - methode zur Volumenbestimmung der Leber ergab sich nicht nur aus den in vitro Messungen an Leichenlebern (Meßreihe II), sondern auch aus einem Ver - gleich zur Computertomographie.

Die CT-Technik stellt eine vergleichbare Möglichkeit zur Bestimmung der Lebergröße dar, die in der Lage ist, die Leber sehr präzise in je nach ge - wähltem Schnittabstand dünnere oder dickere horizontal liegende Scheiben zu schneiden. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß die Aufnahme jeweils in Atemruhe und bei gleicher Atemlage erfolgt. Ist dies gegeben, so stellt das CT sicherlich eine ziemlich exakte Methode zur Berechnung des Lebervolumens dar. Nachteilig sind die Strahlenbelastung für den Patienten, der um ein Vielfaches höhere Zeitaufwand sowohl beim Anfertigen der Aufnahmen, als auch bei deren Auswertung, sowie die Tatsache, daß nicht jedes Klinikum über ein derart kostenintensives Gerät verfügt.

Wie die Meßergebnisse der Reihe V zeigten, betrug bei dem untersuchten Pa - tienten das mittlere sonographisch bestimmte Volumen (2528, 4 ml) nur etwa eine Abweichung von 1, 7 % von dem Wert, welcher per CT bestimmt worden war

(2571 ml). (Vgl. Abb. 13, S. 19)

Angesichts dieses für den klinischen Einsatz annehmbar kleinen Fehlers ist aus Gründen der Rücksichtnahme auf den Patienten und Gründen der Wirtschaftlichkeit das für die Bestimmung der Lebergröße, im Sinne einer annähernd exakten Aussage über ihr Volumen, gleichwertige Sonogramm dem Computertomogramm im Bereich der klinischen Routinediagnostik vorzuziehen.

Zusammenfassend wurde in dieser Arbeit eine Meßmethode entwickelt, die

- mit maximal 5 Minuten Untersuchungsdauer deutlich unter der Zeit vergleichbarer Meßverfahren verschiedener Disziplinen (Szintigraphie, Röntgen - CT, bisherige sonographische Methoden) liegt,
- mit einer Abweichung des errechneten vom realen Lebervolumen von 3, 3 % bzw. 3, 8 % und einem Korrelationskoeffizienten von 0, 977 (Vgl. Meßreihe II) als für die Klinik ausreichend exakt bezeichnet werden darf,
- mögliche Fehlerquellen von Seiten der Anatomie der Leber durch vorherige sonographische Routinebetrachtung des Organs erfaßt und eine Korrektur ermöglicht,
- sowohl mit Sector-Scannern (Duplex- und Triplex-Applikator des RA 1), als auch mit Linear-Scannern (Imager 2380) gleichwertig anwendbar ist
- und zudem für den Patienten keinerlei Belastung darstellt.

Selbst in dem Fall, daß sich eine Volumenberechnung unbemerkt außerhalb der 10 % Fehlergrenze zum realen Volumen bewegen sollte, so ist dennoch die sonographische Verlaufsdagnostik bei wiederholter Messung ein guter Parameter für die Beurteilung eines mit einer Volumenveränderung der Leber einhergehenden Krankheitsbildes. Bei mehrmaliger Messung spielt vor allem eine erkannte Zu- oder Abnahme des Lebervolumens, also eine Volumendifferenz, die Hauptrolle bei therapeutischer und prognostischer Bewertung des Krankheitsverlaufes, wodurch eine Diskrepanz zwischen realem und errechnetem Volumen, natürlich nur innerhalb gewisser Grenzen, sekundär erscheinen könnte.

V. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde ein sonographisches Meßverfahren zur Berechnung des Volumens der menschlichen Leber erstellt.

$$(a + b) \times c = \text{Volumen};$$

An einem Lebermodell aus Kunststoff gelang es, zwei Parameter a und b zu ermitteln, die an den sogenannten "Drittelpunkten" A und B als "Drittel - umfänge" a und b (Vgl. Abb. 1, S. 2) stellvertretend für den Vertikal - und den Sagittaldurchmesser standen, deren Bedeutung für das Lebervolumen bereits aufgezeigt worden war. Zusammen mit der gemessenen Leberbreite c zeigte sich der in obiger Formel dargestellte mathematische Zusammenhang zum Lebervolumen.

Anhand von 23 Anatomiepräparaten menschlicher Lebern konnte ein Vergleich der errechneten zu den tatsächlichen Volumina angestellt werden, dessen Fehler unter 5 % Abweichung lag (Vgl. Abb. 8, S. 15).

Anschließend in vitro Messungen von 26 menschlichen Sektionslebern mit dem Ultraschallgerät Typ RA 1 und eine in vivo Messung ergaben sonographisch Volumenwerte der Lebern, deren mittlere Differenz von den realen Volumina unter 4 % lag. (Vgl. Abb. 9, S. 16; Abb. 10, S. 17)

Bei weiteren 27 in vivo Messungen wurde nachgewiesen, daß die Meßmethode klinisch praktikabel war und kein Unterschied bei Verwendung verschiedener Schallköpfe vom Typ der Sector-Scanner bestand (Triplex- u. Duplex-Applikator). (Vgl. Abb. 11, S. 18)

Im Vergleich zu den Sector-Scannern ergaben 5 zusätzliche in vivo Messungen mit einem Linear-Scanner (Imager 2380) identische Volumenwerte, was die Verwendung beider Gerätetypen bei der Volumenberechnung der Leber zuläßt.

In einer Gegenüberstellung einer sonographischen Größenbestimmung zu einer röntgenologisch, computertomographischen Volumenmessung der Leber blieb das Ergebnis mit einer Abweichung von 1, 7 % voneinander weit im Bereich der geforderten Meßgenauigkeit. (Vgl. Abb. 12 u. 13, S. 19)

Da die Ultraschalluntersuchung nach der beschriebenen Meßmethode mit

- maximal 5 Minuten zeitlich weit unter der Meßdauer korrespondierender Untersuchungsmethoden liegt,

- ihre Meßgenauigkeit als mindest gleichwertig angesehen werden darf,

- sie für Sector-Scanner gleichermaßen wie für Linear-Scanner anwendbar ist,

- keiner weiteren Vorbereitung bedarf, keine Kontraindikationen kennt und zudem für den Patienten keine Belastung darstellt,

bietet sie sich bei entsprechender klinischer Fragestellung zur Volumenbestimmung der Leber an.

Literaturangabe

- (1) Bolck, F., Machnik, G. : Leber und Gallenwege, Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 1978
- (2) Buchenau, D. and Liehr, H. : Die Bestimmung des Leber - volumens mittels Ultraschall, Z. Gastroenterologie 11: 11 - 16, 1973
- (3) Carr, D. and Duncan, J.G. : Liver volume determination by ultrasound, B - mode scanning, J.Clin. Ultrasound 2: 127 - 130, 1974
- (4) Demling, L. : Klinische Gastroenterologie, Band II, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1973
- (5) Doerr, W., Seifert, G., Uehlinger, E. : Spezielle patho - logische Anatomie, Ein Lehr- und Nachschlagwerk, Band 10
- (6) Eikman, E.A., Mack, G.A., Jain, V.K., Madden, J.A. : Computer - assisted liver - mass estimation from gamma - camera images, J.Nucl.Med. 20: 144 - 148, 1979
- (7) Eilles, Chr., Reiners, Chr., Gerhards, W., Börner, W. : Volumenbestimmung von Leber und Milz, Ermittlung der Verteilung des Uptake von Technetium - Schwefel - Kolloid mit Hilfe der Single - Photon Emissions - Tomographie , Nuklearmedizin, v. Schmidt, H., Wolf, Mahlstedt, J. , Schattauer Verlag, 1981
- (8) Gardner, E., Gray, D.J., O`Rahilly, R. : Anatomy, 4 th ed. Philadelphia, W B Saunders Co., 1975, p 394
- (9) Gross, R., Schölmerich, P. : Lehrbuch der Inneren Medizin, 5.Auflage, Schattauer Verlag, 1977 S. 573
- (10) Holm, H.H.: Abdominal Ultrasound, Static and Dynamic Scanning, 2. Edition, Munksgaard University Park Press . Baltimore - London - Tokyo, 1980
- (11) Holmes, J.H., Sundgren, C., Ikle, D. and Finch, J. : A simple ultrasonic method for evaluating liver size, J.Clin. Ultrasound 5: 89 - 91, 1977
- (12) Kan, M.K., Hopkins, G.B. : Measurement of Liver Volume by Emission Computed Tomography, J.Nucl.Med. 20: 514 - 520, 1979
- (13) Lutz, H. : Ultraschalldiagnostik (B - scan) in der Inneren Medizin, Lehrbuch und Atlas, Springer Verlag , Berlin - Heidelberg - New York 1978
- (14) Morris` Human Anatomy, A Complete Systematic Treatise, 10 th Edition, The Blakiston Company, Philadelphia - Toronto, 1942, p. 1341

- (15) Naftalis, J., Leevy, C.M. : Clinical estimation of liver size, Am J Dig Dis 8: 236 - 243, 1963
- (16) Rollo, F.D., DeLand, F.H. : The determination of liver mass from radionuclide images, Radiology 91, 1968
- (17) Rosenfield, A.T., Schneider, P.B. : Rapid evaluation of hepatic size on radioisotope scan, J.Nucl.Med. 15: 237 - 240, 1974
- (18) Sandritter, W., Thomas, C. : Makropathologie, Lehrbuch und Atlas für Studierende und Ärzte, Schattauer Verlag, 1977
- (19) Vierordt, H. : Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen, 3. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena 1906
- (20) Yagan, R., Mac Intyre, W.J., Christie, J.H. : Estimation of liver size by multiple cut - off scintillation scanning technique, Am.J.Roentgenol Radium Ther.Nucl.Med. 88: 289 - 295, 1962

Anhang zu Meßreihe I
(S. 37 - 39)

Tabelle zu Meßreihe I

Nr.	Umfang a (re)	Umfang b (li)	größte Breite c	gemess.Vol.
1	37, 5	32, 5	23	141o
2	49, 7	33	19, 5	167o
3	44, 6	28, 5	17, 8	128o
4	42, 7	22, 4	18	1o1o
5	5o, 5	26, 4	2o	157o
6	51	41, 5	19	182o
7	46, 5	3o	2o, 8	148o
8	51, 5	42	24, 7	245o
9	41, 5	26, 5	18, 5	123o
1o	31, 5	43, 8	2o, 1	138o
11	35, 5	22	18	94o
12	51, 8	4o	21, 5	191o
13	46, 6	34, 5	2o, 5	169o
14	39	27, 5	19	133o
15	45	34, 5	2o, 8	16oo
16	36, 5	24, 5	2o	123o
17	34	24, 5	15, 5	84o
18	42, 5	29	19	136o
19	46, 7	31	17, 2	135o
2o	42, 5	35	2o	157o
21	48	27, 5	21	165o
22	47, 5	31	21	172o
23	42	24, 5	2o, 5	136o

Mittelwert :

gemessenes Realvol. 1471, 74 ml

Tabelle zu Meßreihe I

Auswertung :

1)	$(37, 5 + 32, 5) \times 23 = 70 \times 23 = 1610;$	Diff. 200;	14, 2 %
2)	$(49, 7 + 33) \times 19, 5 = 82, 7 \times 19, 5 = 1612, 65;$	Diff. 57;	3, 4 %
3)	$(44, 6 + 28, 5) \times 17, 8 = 73, 1 \times 17, 8 = 1301, 2;$	Diff. 21;	1, 6 %
4)	$(42, 7 + 22, \%) \times 18 = 65, 1 \times 18 = 1171, 8;$	Diff. 162;	16, 0 %
5)	$(50, 5 + 26, 4) \times 20 = 76, 9 \times 20 = 1538;$	Diff. 32;	2, 0 %
6)	$(51 + 41, 5) \times 19 = 92, 5 \times 19 = 1757, 5;$	Diff. 62, 5;	3, 4 %
7)	$(46, 5 + 30) \times 20, 8 = 76, 5 \times 20, 8 = 1591, 2;$	Diff. 111;	7, 5 %
8)	$(51, 5 + 42) \times 24, 7 = 93, 5 \times 24, 7 = 2309, 5;$	Diff. 140;	5, 7 %
9)	$(41, 5 + 26, 5) \times 18, 5 = 68 \times 18, 5 = 1258;$	Diff. 28;	2, 3 %
10)	$(31, 5 + 43, 8) \times 20, 1 = 75, 3 \times 20, 1 = 1513, 5;$	Diff. 134;	9, 7 %
11)	$(35, 5 + 22) \times 18 = 57, 5 \times 18 = 1035;$	Diff. 95;	10, 1 %
12)	$(51, 8 + 40) \times 21, 5 = 91, 8 \times 21, 5 = 1973, 7;$	Diff. 63, 7;	3, 3 %
13)	$(46, 6 + 34, 5) \times 20, 5 = 81, 1 \times 20, 5 = 1662, 6;$	Diff. 27;	1, 6 %
14)	$(39 + 27, 5) \times 19 = 66, 5 \times 19 = 1263, 5;$	Diff. 66, 5;	5, 0 %
15)	$(45 + 34, 5) \times 20, 8 = 79, 5 \times 20, 8 = 1653, 6;$	Diff. 53, 6;	3, 4 %
16)	$(36, 5 + 24, 5) \times 20 = 61 \times 20 = 1220;$	Diff. 10;	0, 8 %
17)	$(34 + 24, 5) \times 15, 5 = 58, 5 \times 15, 5 = 906, 8;$	Diff. 67;	8, 0 %
18)	$(42, 5 + 29) \times 19 = 71, 5 \times 19 = 1358, 5;$	Diff. 1, 5;	0, 1 %
19)	$(46, 7 + 31) \times 17, 2 = 77, 7 \times 17, 2 = 1336, 4;$	Diff. 13, 6;	1, 0 %
20)	$(42, 5 + 35) \times 20 = 77, 5 \times 20 = 1550;$	Diff. 20;	1, 3 %
21)	$(48 + 27, 5) \times 21 = 75, 5 \times 21 = 1585, 5;$	Diff. 64, 5;	3, 9 %
22)	$(47, 5 + 31) \times 21 = 78, 5 \times 21 = 1648, 5;$	Diff. 71, 5;	4, 2 %
23)	$(42 + 24, 5) \times 20, 5 = 66, 5 \times 20, 5 = 1363, 3;$	Diff. 3, 3;	0, 2 %

Mittelwerte :

errechn. Vol. 1487, 9 ml

4, 73 %

Anhang zu Meßreihe II
(S. 40 - 67)

Leberhistologie : hydropische Schwellung, diff. feintropfige Vakuolisierung
der Sinusoide, stellenweise Leberepithelzellnekrosen

Anhang : Meßreihe II / Nr. 269 / 4

Gemessenes Lebertervolumen : 1590

1595

Mittelwert : 1592, 5 ml

Leberbreite : 20 cm

Linker Drittelfumfang : Triplex : 33, 7

33, 8

34, 0

Mittelwert : 33, 83 cm

Duplex : 33, 2

34, 0

Mittelwert : 33, 6 cm

Rechter Drittelfumfang : Triplex : 48, 9

48, 5

47, 1

49, 3

Mittelwert : 48, 45 cm

Duplex : 47, 9

48, 4

Mittelwert : 48, 15 cm

Errechnetes Volumen : Triplex : (33, 83 + 48, 45) x 20 =

82, 28 x 20 = 1645, 6

53, 1

Differenz : 53, 1 : 1592, 5 = 3, 33 %

Fehler :

Duplex : (33, 6 + 48, 15) x 20 =

81, 75 x 20 = 1635

42, 5

Differenz : 42, 5 : 1592, 5 = 2, 67 %

Fehler :

Alter : 67 J. Geschlecht : m Größe : 178 cm Gewicht : 71 kg

Grunderkrankungen : mittelgradige Arteriosklerose, stenos. Coronarsklerose,

Adeno - Ca der Prostata

Todesursache : respiratorische Insuffizienz

Leberhistologie : 1600 g; Gefügedissoziation und ausgedehnte Parenchymne-
krosen; diffuse, grobtropfige Verfettung; Stauungsblut-
fülle; Lochkerne (Glykogenspeicherung)

Anhang : Meßreihe II / Nr. 272 / 5

Gemessenes Lebervolumen :	1800
	
	1795
	
	
Mittelwert :	1797, 5 ml

Leberbreite : 24 cm relativ plumper, kugelförmiger rechter
..... Leberlappen !!!

		40, 8	
Linker Drittelumfang :	Triplex :	.....	
		39, 7	
		40, 6	
			
		40, 6	
			
		Mittelwert :	40, 42 cm

Duplex : 40, 1
.....
41, 7
.....
41, 0
..... Mittelwert : 40, 93 cm

Rechter Drittelumfang : Triplex : $\dots 30,0 \dots$
 $\dots 30,9 \dots$
 $\dots 31,2 \dots$
 $31,6/32,0/30,7 \dots$ Mittelwert : $31,0 \text{ cm}$

```

          28, 6
Duplex  : .....
          29, 5
          .....
          ..... Mittelwert : 29, 05 cm

```

Errechnetes Volumen : Triplex : $(40, 42 + 31, 0) \times 24 =$
 $\frac{71, 42 \times 24 =}{83, 42} \underline{\underline{1714, 08}}$

Differenz : $\dots\dots\dots 83,42 : 1797,5 = 4,64\%$

Fehler :

Duplex : $(40, 93 + 29, 05) \times 24 =$
 $69, 98 \times 24 = 1679, 52$

Differenz : 117,98

Fehler : $117,98 : 1797,5 = 6,56\%$

Alter : 58 J. Geschlecht : w Größe : 164 cm Gewicht : 76 kg
Grunderkrankungen : chron. Asthma bronchiale, Hypertonie, Arteriosklerose

Todesursache : Rechtsherzversagen

Leberhistologie : 1950 g: Stauungsblutfülle

Anhang : Meßreihe II 334 8
..... / Nr. /

Gemessenes Lebertvolumen :	159o
	157o
	158o ml
Mittelwert :	

Leberbreite : 19 cm

[illegible]

Duplex : 35, 8
.....
..... Mittelwert : 35, 8 cm

Rechter Drittelumfang : Triplex : 47, 6
 47, 0

 Mittelwert : 47, 3 cm

Duplex : 48, 2
.....
..... Mittelwert : 48, 2 cm

Errechnetes Volumen :	Triplex :	(36, 35 + 47, 3) x 19 =
		83, 65 x 19 = <u>1589, 35</u>
		9, 35
	Differenz :	9, 35 : 1580 = <u>0, 59 %</u>
	Fehler :	

Duplex : $(35, 8 + 48, 2) \times 19 =$
 $84 \times 19 =$ 1596
 16
 Differenz : $16 : 1580 =$ 1,01 %
 Fehler :

Alter : 67 J. Geschlecht : w Größe : 160 cm Gewicht : 57 kg
Grunderkrankungen : Diabetes mellitus, general. Arteriosklerose, chron.
fibroplast. Mitralklappenendokarditis

Todesursache : akutes Rechtsherzversagen

Leberhistologie : 1800 g; subakute Stauungsblutfülle; periportale Lochkerne;
geringgradige, grobtropfige Leberepithelzellverfettung;
mäßig viele frische, zentrale Nekrosen

Anhang : Meßreihe II / Nr. 336 / 9

Gemessenes Lebertvolumen : 2100

 2110

 2105 ml

 Mittelwert :

Leberbreite : 25 cm

Linker Drittelumfang : Triplex : 34, 4
.....
 33, 8
.....
..... Mittelwert : 34, 1 cm

Duplex : 35, 0

 34, 8

 Mittelwert : 34, 9 cm

Rechter Drittelumfang : Triplex : 47, 3
 47, 4

 Mittelwert : 47,35 cm

Duplex : 46, 5

 47, 6

 Mittelwert : 47, 05 cm

Errechnetes Volumen : Triplex : $(34,1 + 47,35) \times 25 =$
 $\frac{81,45}{68,75} \times 25 = \underline{\underline{2936,25}}$

Differenz : $68,75 : 2105 = \underline{3,27\%}$
Fehler :

Duplex : $(34, 9 + 47, 05) \times 25 =$
 $81, 95 \times 25 = \underline{2048, 75}$
 $56, 25$

Differenz : $56,25 : 2105 = \underline{2,67\%}$
Fehler :

Alter : 45 J. Geschlecht : m Größe : 180 cm Gewicht : 73 kg

Grunderkrankungen : chron. fibroplast. Endokarditis der Aortenklappe; globale Herzinsuffizienz, Schrittmacher .

Todesursache : akute Coronarinsuffizienz

Leberhistologie : grobtropfige, zentrale Leberepithelverfettung; gering -
gradige akute Stauungsblutfülle

Anhang : Meßreihe II 370 10
..... / Nr. /

Gemessenes Lebervolumen :	1855
	
	1830
	
Mittelwert :	1842, 5 ml
	

1830

Mittelwert : 1842, 5 ml

Leberbreite : 24,5 cm

		30, 1	
Linker Drittelfumfang :	Triplex :	.....	
		31, 5	
			
		.....	Mittelwert : 30, 8 cm

31. 5

Mittelwert : 30,8 cm

Duplex : 30, 7

Mittelwert : 30, 7 cm

Rechter Drittelumfang : Triplex : -43, 0
.....
..... Mittelwert : 43, 0 cm

Mittelwert : 43,0 cm

Duplex : 45, 8

Mittelwert : 45,8 cm

Errechnetes Volumen : Triplex : $(30, 8 + 43, 0) \times 24, 5 =$
 $73, 8 \times 24, 5 =$ 1808, 1
 34, 4

73, 8 x 24, 5 = 1808, 1

34. 4

Differenz : 34, 4

Fehler : $34, 4 : 1842, 5 = \underline{1, 87 \%}$

Duplex : $(30, 7 + 45, 8) \times 24, 5 =$
 $76, 5 \times 24, 5 = 1874, 25$

$$76,5 \times 24,5 = 1874,25$$

Differenz : 31,75

Fehler : $\frac{31,75}{1842,5} = 1,72\%$

Alter : 77 J. Geschlecht : m Größe : 164 cm Gewicht : 62 kg
 Grunderkrankungen : Hypertonie; general. Gefäßsklerose; respir. Insuffizienz;
 zerebrale Hypoxidose mit Hirnstammeteiligung

Grunderkrankungen : Hypertonie; general. Gefäßsklerose; respir. Insuffizienz;
zerebrale Hypoxidose mit Hirnstammeteiligung

zerebrale Hypoxidose mit Hirnstammbeteiligung

Todesursache : zentrales Regulationsversagen

Leberhistologie : dissem., herdförmige Leberepithelverfettung; Stauungsstraßen
zentral betonte Ektasie der Sinusoide

zentral betonte Ektasie der Sinusoide

Anhang : Meßreihe II / Nr. 397 / 12

Gemessenes Lebertvolumen : 1490

 1510

 Mittelwert : 1500 ml

Leberbreite : 21,4 cm relativ dünner, großflächiger linker
Leberlappen

Linker Drittelumfang : Triplex : 29, 5
.....
 31, 1
.....
..... Mittelwert : 30, 3 cm

Duplex : 30, 4
.....
..... Mittelwert : 30, 4 cm
.....

Rechter Drittelumfang :	Triplex :	44, 0	
			
		43, 4	
			
			Mittelwert : 43, 7 cm
			
	Duplex :	41, 2	
			
		41, 9	
			
			Mittelwert : 41, 55 cm
			

Errechnetes Volumen :	Triplex :	$(30, 3 + 43, 7) \times 21, 4 =$	
		$74 \times 21, 4 =$	<u>1583, 6</u>
	Differenz :	83, 6	
	Fehler :	$83, 6 : 1500 =$	<u>5, 57 %</u>
	Duplex :	$(30, 4 + 41, 55) \times 21, 4 =$	
		$71, 95 \times 21, 4 =$	<u>1539, 73</u>
	Differenz :	39, 73	
	Fehler :	$39, 73 : 1500 =$	<u>2, 65 %</u>

Alter : 57 J. Geschlecht : w Größe : 150 cm Gewicht : 56 kg

Grunderkrankungen : Z.n. notfallmäßiger Aortenklappen-OP; frischer Innen-
schichtschaden

Todesursache : kardiogener Schock

Leberhistologie : 1540 g; Schockleber mit frischen, zentralen Nekrosen;
Dissoziation der Leberlamellen; geringe, zentralbetonte,
intrazelluläre Cholestase; geringe Stauungsblutfülle

Anhang : Meßreihe II / Nr. 454 / 15

Gemessenes Lebertvolumen :	1830
	1825
	1827, 5 ml
Mittelwert :	

Leberbreite : 22, 5 cm

		37, 4	
Linker Drittelumfang :	Triplex :	.....	
		36, 7	
			
		35, 1	
			
		Mittelwert :	36, 4 cm

Duplex : 34, 5
.....
..... Mittelwert : 34, 5 cm
.....

Rechter Drittelumfang : Triplex : 48, 2
.....
..... Mittelwert : 48, 2 cm

Duplex : 46, 7

 47, 2

 46, 95 cm
 Mittelwert :

Errechnetes Volumen : Triplex : $(36, 4 + 48, 2) \times 22, 5 =$
 $84, 6 \times 22, 5 =$ 1903, 5

Differenz : 76
Fehler : 76 : 1827, 5 = 4, 16 %

Duplex : $(34, 5 + 46, 95) \times 22, 5 =$
 $81, 45 \times 22, 5 = \underline{1832, 6}$
 $5. 1$

Differenz :
Fehler : $5,1 : 1827,5 = \underline{0,28\%}$

Alter : 75 J. Geschlecht : m Größe : 175 cm Gewicht : 65 kg

Grunderkrankungen : Hypertonie; allg. schwere Arteriosklerose; Lungenembolie n

Phlebothrombose d. tiefen Beinvenen, Hirnatrophie (Alzheimer)

Todesursache : akute Koronarinsuffizienz

Leberhistologie : 1900 g; Schwellung der Leberepithelien; mäßige Stauungs-
blutfülle; geringe intrahepatische Cholestase

Anhang : Meßreihe II / Nr. 462 / 16

Gemessenes Lebertvolumen : 1150

 1140

 Mittelwert : 1145 ml

Leberbreite : 17 cm relativ dünner, großflächiger linker
Leberlappen !!!

Linker Drittelumfang : Triplex : 32, 1
.....
 30, 9
.....
..... Mittelwert : 31, 5 cm

Duplex : 30, 8

 32, 5

 Mittelwert : 31, 65 cm

Rechter Drittelfumfang : Triplex : 38,1
.....
38,1
.....
..... Mittelwert : 38,1 cm

Duplex : 40, 8

 40, 3

 Mittelwert : 40, 55 cm

Errechnetes Volumen :	Triplex :	$(31, 5 + 38, 1) \times 17 =$	
		$69, 6 \times 17 =$	<u>1183, 2</u>
		38,2	
	Differenz :		
		$38, 2 : 1145 =$	<u>3, 34 %</u>
	Fehler :		

Duplex : $(31, 65 + 40, 55) \times 17 =$
 $72, 2 \times 17 = \underline{1227, 4}$
 $82, 4$
Differenz : $82, 4 : 1145 =$
Fehler : $7, 2 \%$

Alter : 84 J. Geschlecht : w Größe : 147 cm Gewicht : 41 kg

Grunderkrankungen : art. Hypertonie, mäßige allg. Gefäßsklerose, hypertone Massenblutung im Bereich der re Großhirnhemisphäre, Diabetes mellitus

Todesursache : Diabetes mellitus - zentrales Regulationsversagen

Leberhistologie : geriggradierte, grobtropfige u. ausgeprägte mitteltropfige

Verfettung; einzelne Zellgruppen mit Lochkernen; 1200 μ .

Anhang : Meßreihe II / Nr. 468 / 17

Gemessenes Lebervolumen : 1480

1495

Mittelwert : 1487, 5 ml

Leberbreite : 20,5 cm

Linker Drittelumfang : Triplex : 31, 9

32. 4

Mittelwert : 32, 15 cm

Duplex : 32, 2

32. 3

Mittelwert : 32, 25 cm

Rechter Drittelumfang : Triplex : 40, 9

42. 4

Mittelwert : 41, 65 cm

Duplex : 42, 6

42. 8

Mittelwert : 42,7 cm

Errechnetes Volumen : Triplex : $(32, 15 + 41, 65) \times 20, 5 =$
 $73, 8 \times 20, 5 = 1512, 9$

$$73,8 \times 20,5 = 1512,9$$

25. 4

Differenz :
 $25,4 : 1487,5 = 1,70\%$

Fehler : 23, 4 : 1487, 3 = 1, 70 %

Duplex : $(32, 25 + 42, 7) \times 20, 5 =$
 $74, 95 \times 20, 5 = 1536, 48$

$$74,95 \times 20,5 = 1536,48$$

48. 98

Differenz :
48,98 : 1487,5 = 3,29 %

Fehler : $48, 98 : 1487, 5 = \underline{\underline{3, 29 \%}}$

Alter : 65 J. Geschlecht : w Größe : 156 cm Gewicht : 60 kg

Grunderkrankungen : Glioblasma multiforme

Todesursache : protrahiertes, zentrales Regulationsversagen

Leberhistologie : 1600 g; herdförmig betonte, intermediäre Epithelverfettung; einzelne Nekrosen; unspezif. Portalfeldinfiltration; gehäufte Polyploidie

Anhang : Meßreihe II / Nr. 472 / 18

Gemessenes Lebervolumen :	1625
	
	1630
	
Mittelwert :	1627, 5 ml

Leberbreite : 26 cm

Linker Drittelumfang : Triplex : 27, 9
.....
 28, 4
.....
..... Mittelwert : 28, 15 cm

Duplex : 28, 3

 28, 2

 Mittelwert : 28, 25 cm

		35,8	
Rechter Drittumfang :	Triples :	.....	
		35,3	
			
			
		.....	Mittelwert : 35,55 cm

Duplex : 36, 2

 35, 2

 Mittelwert : 35, 7 cm

(28, 15 + 35, 55) x 26

Eerrechnetes Volumen : Triplex :

	63,	7	x 26 =	1656,	2
	28.	7			

Differenz : $28,7 : 1627,5 = \underline{1,76\%}$
Fehler :

Duplex : $(28,25 + 35, 7) \times 26 =$
 $63, 95 \times 26 = \underline{1662, 7}$
 $35, 2$

Differenz : $35,2 : 1627,5 = \underline{\underline{2,16\%}}$
Fehler :

Alter : 73 J. Geschlecht : W Größe : 144 cm Gewicht : 67 kg

Grunderkrankungen : art. Hypertonie, hypertone Massenblutung, Hämatocephalus internus

Todesursache : zentrales Regulationsversagen

Leberhistologie : akute Stauungsblutfülle; geringe rundzellige Infiltration
der Portalfelder

Anhang : MeBreihe ^{II} / Nr. ⁴⁷³ /¹⁹

	1390
Gemessenes Lebertvolumen :	.....
	1380
	
	1385 ml
Mittelwert :	.....

Leberbreite : 20 cm

Linker Drittelumfang : Triplex : ..³², ⁴.....
 ..₃₁, ₉.....

 Mittelwert : ³², ¹⁵ cm

Duplex : 32, 1

 31, 8

 Mittelwert : 31, 95 cm

Rechter Drittelumfang : Triplex : 39, 8
 39, 6

 Mittelwert : 39, 7 cm

Duplex : 40, 3

 39, 6

 Mittelwert : 39, 95 cm

		(32, 15 + 39, 7) x 20 =	
Errechnetes Volumen :	Triplex :	.....	
		71, 85 x 20 =	<u>1437</u>
	Differenz :	⁵² 52 : 1385 =	 <u>3,75 %</u>
	Fehler :	.....	

$(31, 95 + 39, 95) \times 20 =$
 Duplex :
 $71, 9 \times 20 =$ 1438

 Differenz : ..53.....
 Fehler : ..53 : 1385 = 3, 82 %

Alter : 86 J. Geschlecht : w Größe : 149 cm Gewicht : 62 kg

Grunderkrankungen : art. Hypertonie; allg. Arteriosklerose; frische Lungen - embolie

Todesursache : frischer Hinterwandinfarkt

Leberhistologie : 1500 g; Fibrosierung mit beginnendem cirrhotischen Umbau;
dissem. Leberepithelzellverfettung u. Sternzellknötchen;
dissem. Nekrosen

Anhang :	Meßreihe	II	479	21
		 / Nr.	..... /	.....

Gemessenes Lebertvolumen : 2525
 2505
 2515 abzüglich 25 ml Gallenblase
 Mittelwert : 2490

Leberbreite : 28 cm relativ plumper, kugelförmiger
 rechter Leberlappen !

Linker Drittelumfang : Triplex : 36, 2
 34, 9
 Mittelwert : 35, 55 cm

Duplex : 35, 7
 33, 9
 Mittelwert : 34, 8 cm

Rechter Drittelumfang : Triplex : 45, 4
 45, 3
 Mittelwert : 45, 35 cm

Duplex : 47, 5
 46, 9
 Mittelwert : 47, 2 cm

Errechnetes Volumen : Triplex : $(35, 55 + 45, 35) \times 28 =$
 80, 9 $\times 28 =$ 2265, 2
 Differenz : 224, 8
 Fehler : $224, 8 : 2490 =$ 9, 03 %

Duplex : $(34, 8 + 47, 2) \times 28 =$
 82 $\times 28 =$ 2296
 Differenz : 194
 Fehler : $194 : 2490 =$ 7, 79 %

Alter : 78 J. Geschlecht : w Größe : 152 cm Gewicht : 62 kg

Grunderkrankungen : ess.art. Hypertonie; Arteriosklerose; chron. Pyelo -
 nephritis; Beinvenenthrombose; periphere Lungenembolie

Todesursache : Rechtsherzversagen

Leberhistologie : 2600 g; betonte, zentrale, mittel- bis grobtropfige Leber -
 epithelverfettung; selten herdförmige Epithelzellnekrosen;
 geringe, unscharf begrenzte Fibrose; deutliche Portalfeld-
 infiltration

Anhang :	Meßreihe	<u>II</u>	/ Nr.	<u>501</u>	/	<u>25</u>
Gemessenes Lebertvolumen :		178o				
		177o				
Mittelwert :		1775				
		<u>174o</u>				
Leberbreite :	25 cm					

Linker Drittelumfang :	Triplex :	27, 7	
			
		27, 2	
			
		.....	Mittelwert : 27, 45 cm
	Duplex :	28, 9	
			
		28, 7	
			
		.....	Mittelwert : 28, 8 cm
Rechter Drittelumfang :	Triplex :	39, 5	
			
		40, 7	
			
		.....	Mittelwert : 40, 1 cm
	Duplex :	41, 2	
			
		41, 0	
			
		.....	Mittelwert : 41, 1 cm

```

(27, 45 + 40, 1) x 25 =
Errechnetes Volumen :   Triplex : .....
                          67, 55 x 25 = ..... 1688, 75
                          .....
                          51, 25
                          Differenz : .....
                          Fehler   : ..... 51, 25 : 1740 = 2, 94 %
                          .....

(28, 8 + 41, 1) x 25 =
Duplex : .....
         69, 9 x 25 = ..... 1747, 5
         .....
         Differenz : ..... 7, 5
         Fehler   : ..... 7, 5 : 1740 = 0, 43 %
         .....

```

Alter :40.J. Geschlecht :m..... Größe :185 cm Gewicht :70 kg
Grunderkrankungen : Anaplast. Astrozytom d. Stammgangliengebietes; Z.n.
Radiatio; eitrige Meningitis (Candida)

Todesursache : intravitaler Hirntod

Leberhistologie : fortgeschrittene Autolyse; vereinzelte Nekrosen; periportal
hydropische Schwellung ; 1850 g

Anhang : Meßreihe II 508 / 26

Gemessenes Lebertvolumen : 1960

 1950

Mittelwert : 1955 ml

Leberbreite : 26, 5 cm

Linker Drittelumfang : Triplex : 33, 3

 31, 4

 Mittelwert : 32, 35 cm

 Duplex : 30, 3

 31, 5

 Mittelwert : 30, 9 cm

Rechter Drittelumfang : Triplex : 40, 8

 41, 2

 Mittelwert : 41, 0 cm

 Duplex : 39, 4

 40, 0

 Mittelwert : 39, 7 cm

Errechnetes Volumen : Triplex : (32, 35 + 41, 0) x 26, 5 =

 73, 35 x 26, 5 = 1943, 78

 Differenz : 11, 22

 Fehler : 11, 22 : 1955 = 0, 57 %

 Duplex : (30, 9 + 39, 7) x 26, 5 =

 70, 6 x 26, 5 = 1870, 9

 Differenz : 84, 1

 Fehler : 84, 1 : 1955 = 4, 3 %

Alter : 60 J. Geschlecht : m Größe : 166 cm Gewicht : 70 kg

Grunderkrankungen : allg. Arteriosklerose; diff. Koronarsklerose; alter Hin -
 terwandinfarkt; chron. Linksinsuff.; Bronchopneumonie,
 Pleuraempyem

Todesursache : respir. Insuffizienz; Rechtsherzversagen;

Leberhistologie : 2200 g; mäßiggradige, akute Blutstauung; mäßiggr. Leber -
 epithelzellverfettung; geringgradige Fibrose

Anhang zu Meßreihe III

(S. 68 - 95)

Anhang : Meßreihe / Nr.

Alter : 52 J. w
 Größe : 158 cm Geschlecht :
 Gewicht : 64, 5 kg

Diagnose : Metastasierendes Mamma - Ca; Zytostase (6. Kurs; CMF - Schema)

Sonstiges :

Li Leberlappen : Form : o.B.
 (über Aorta) Länge : 9, 5 cm
 Breite : 7, 9 cm

Re Leberlappen : Form : o.B.
 (re MCL) Länge : 8, 2 cm

Leberstruktur : homogen; nicht verdichtet, nicht verplumpt
 Leberrand nicht tastbar

Klinische Meßgrößen :
 Leber QF unterhalb des Rippenbogens in der
 re MCL tastbar

Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : 9, 5 cm
 21 cm
 Leberbreite :

Triplex : Umfang li : 25, 9 Umfang re : 45, 2
 25, 7 42, 7
 26, 1 47, 2

 25, 9 cm 45, 03 cm
 Mw.: Mw.:

Volumen : $(25, 9 + 45, 03) \times 21 = 70, 93 \times 21 =$ 1489, 53 ml

Duplex : Umfang li : 30, 6 Umfang re : 42, 5
 28, 0 40, 4

 29, 3 cm 41, 63 cm
 Mw.: Mw.:

Volumen : $(29, 3 + 41, 63) \times 21 = 70, 93 \times 21 =$ 1489, 53 ml

Anhang : Meßreihe ^{III} / Nr. ³

Alter : 59 J. Geschlecht : ^w

Größe : 152 cm Gewicht : 48, 8 kg

Diagnose : Z.n. B II bei Antrum-Ca; V.a. Rezidiv
 Lebermetastasen; V.a. Knochenmetastase li Beckenschaufel

Sonstiges :

Li Leberlappen : Form : o.B.

 (über Aorta) Länge : 8, 0 cm

 Breite : 6, 5 cm

 o.B.

Re Leberlappen : Form :

 (re MCL) Länge : 10, 0 cm

Leberstruktur : inhomogen ; Filiae

Klinische Meßgrößen :

 Leber ⁴ QF unterhalb des Rippenbogens in der

 re MCL tastbar

 Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : ...12, 5 cm

Leberbreite : 21, 5 cm

Triplex : Umfang li : 26, 7 Umfang re : 42, 1

 28, 5

 27, 6 cm Mw.: 43, 9 cm

Volumen : (27, 6 + 43, 9) x 21, 5 = 71, 5 x 21, 5 = 1537, 25 ml

Duplex : Umfang li : 20, 3 Umfang re : 42, 5

 22, 0

 22, 6 / 22, 0

 21, 73 cm Mw.: 43, 5 cm

Volumen : (21, 73 + 43, 5) x 21, 5 = 65, 23 x 21, 5 = 1402, 45 ml

Volumen : $(29,05 + 44,37) \times 18,5 = 73,42 \times 18,5 = \underline{\underline{1358,27 \text{ ml}}}$

Anhang : Meßreihe III / Nr. 6

Alter : 51 J. Geschlecht : m

Größe : 172 cm Gewicht : 55,8 kg

Diagnose : Rezidiv. Ikterus, anhaltende Oberbauchbeschwerden, Z.n. B 11,
Cholecystektomie m. Choledochus- u. Hepaticusrevision, V.a.
Cholangitis, prox. Choledochusstenose, zerebrales Anfallsleiden,

Sonstiges :

Li Leberlappen : Form : plump
(über Aorta) Länge : 4,7 cm
Breite : 5,7 cm

Re Leberlappen : Form : plump
(re MCL) Länge : 7,2 cm
unauffällig; abgerundete Oberfläche

Leberstruktur :
Klinische Meßgrößen :

Leber ...2... QF unterhalb des Rippenbogens in der
re MCL tastbar

Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : 9 cm

19 cm
Leberbreite :

<u>Triplex</u> :	Umfang li :	28,2	Umfang re :	37,6
		26,3		36,2
	Mw.:	27,25 cm	Mw.:	36,9 cm

Volumen : $(27,25 + 36,9) \times 19 = 64,15 \times 19 = 1218,85$

<u>Duplex</u> :	Umfang li :	23,7	Umfang re :	35,0
		25,2		40,9
		24,9		36,7
	Mw.:	24,6 cm	Mw.:	37,53 cm

Volumen : $(24,6 + 37,53) \times 19 = 62,13 \times 19 = 1180,47$

Volumen : $(40,5 + 37,9) \times 20,5 = 78,4 \times 20,5 = \underline{1607,2 \text{ ml}}$

Volumen : $(30, 0 + 42, 7) \times 19, 5 = 72, 7 \times 19, 5 = \underline{1417, 65 \text{ ml}}$

Volumen : $(29,9 + 44,8) \times 19,5 = 74,7 \times 19,5 = \underline{1456,65 \text{ ml}}$

Anhang : Meßreihe III / Nr. 13.

Alter : 38 J. Geschlecht : m.

Größe : 170 cm Gewicht : 75 kg

Diagnose : Diabetes mellitus, Retinopathie, Amaurose, Glomerulosklerose,
art. Hypertonie
.....
.....

Sonstiges :
.....

Li Leberlappen : Form : o.B.
(über Aorta) Länge : 9, 1 cm
Breite : 8, 1 cm

Re Leberlappen : Form : o.B.
(re MCL) Länge : 9, 0 cm

Leberstruktur : homogen, nicht verdichtet

Klinische Meßgrößen : Leberrand stößt an

Leber QF unterhalb des Rippenbogens in der
re MCL tastbar

Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : 9 cm

Leberbreite : 20 cm

<u>Triplex</u> :	Umfang li :	28, 6	Umfang re :	45, 2
		27, 3		45, 7
				
				
	Mw.:	27, 95 cm	Mw.:	45, 45 cm

Volumen : (27, 95 + 45, 45) x 20 = 73, 4 x 20 = 1468

<u>Duplex</u> :	Umfang li :	30, 5	Umfang re :	43, 3
		30, 7		44, 6
				
				
	Mw.:	30, 6 cm	Mw.:	43, 95 cm

Volumen : (30, 6 + 43, 95) x 20 = 74, 55 x 20 = 1491

Anhang : Meßreihe III / Nr. 17

Alter : 68 J. Geschlecht : w

Größe : 156 cm Gewicht : 47, 4 kg

Chronisch lymphatische Leukämie

Diagnose :

.....

.....

ausgeprägte Splenomegalie

Sonstiges :

.....

Li Leberlappen : Form : spitz

(über Aorta) Länge : 8, 1 cm

Breite : 8, 0 cm

Re Leberlappen : Form : plump

(re MCL) Länge : 12, 3 cm

Leberstruktur : homogen, nicht verdichtet

Klinische Meßgrößen :

Leber $3 \frac{1}{2}$... QF unterhalb des Rippenbogens in der
re MCL tastbar

Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : 12 cm

Leberbreite : 21 cm

Triplex : Umfang li : 30, 0 Umfang re : 49, 8

..... 30, 6 51, 8

.....

.....

Mw.: 30, 3 cm Mw.: 50, 8 cm

Volumen : (30, 3 + 50, 8) x 21 = 81, 1 x 21 = 1703, 1 ml

Duplex : Umfang li : 30, 9 Umfang re : 48, 7

..... 31, 4 51, 1

.....

Mw.: 31, 15 Mw.: 49, 9 cm

Volumen : (31, 15 + 49, 9) x 21 = 81, 05 x 21 = 1702, 05 ml

Anhang : Meßreihe ^{III} / Nr. 18

Alter : 33 J. Geschlecht : W

Größe : 160 cm Gewicht : 52, 5 kg

Diagnose : Diabetes mellitus Typ I, Lipodystrophie, diabet. Retino -
pathie

Sonstiges : Leber nahezu Kugelform

Li Leberlappen : Form : spitz
(über Aorta) Länge : 10, 6 cm
Breite : 7, 8 cm

Re Leberlappen : Form : o.B.
(re MCL) Länge : 6, 6 cm

Leberstruktur : unauffällig

Klinische Meßgrößen :
 Leber QF unterhalb des Rippenbogens in der
 re MCL tastbar
 Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : 8 cm

Leberbreite : 18 cm

<u>Triplex</u> :	Umfang li :	29, 2	Umfang re :	30, 3
		27, 8		31, 4
		27, 5		
		27, 4		
	Mw.:	27, 98 cm	Mw.:	30, 85 cm
Volumen :	$(27, 98 + 30, 85) \times 18 = 58, 83 \times 18 =$			
				1058, 94 ml

<u>Duplex</u> :		Umfang li :	29, 6		Umfang re :	31, 7
		.....	29, 6		.....	30, 8
		.....			.....	28, 1
	Mw.:	29, 6 cm		Mw.:	30, 2 cm	
Volumen :	(29, 6 + 30, 2) x 18 = 59, 8 x 18 =					<u>1076, 4 ml</u>

Alter : 46 J. Geschlecht : m
Größe : 175 cm Gewicht : 60 kg

Diagnose : insulinpflichtiger Diabetes mellitus

Sonstiges : V.a. Tbc

Li Leberlappen :	Form :	plump
(über Aorta)	Länge :	5, 9 cm
	Breite :	5, 1 cm

Re Leberlappen : Form : plump
(re MCL) Länge : 13, 9 cm

Leberstruktur : diffus

Klinische Meßgrößen :

Leber QF unterhalb des Rippenbogens in der
re MCL tastbar

Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : 16 cm

Leberbreite : 22,5 cm

<u>Triplex</u> :	Umfang li :	24, 3	Umfang re :	49, 6
		24, 7		51, 2
		25, 1		

M_w : 24, 7 cm M_w : 50, 4 cm

Volumen : $(24,7 + 50,4) \times 22,5 = 75,1 \times 22,5 = \underline{\underline{1689,75 \text{ ml}}}$

Duplex : Umfang li : 27, 5 Umfang re : 49, 0
 27, 3 48, 7

Mw.: 27, 4 cm	Mw.: 48, 85 cm
---------------	----------------

Volumen : $(27, 4 + 48, 85) \times 22, 5 = 76, 25 \times 22, 5 = \underline{1715, 63 \text{ ml}}$

Größe	178 cm	Gewicht	49 kg
-------	--------	---------	-------

Sonstiges :

Re Leberlappen : Form :
(re MCL) Länge : 13, 6 cm

Klinische Meßgrößen :

Leber QF unterhalb des Rippenbogens in der
re MCL tastbar

Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : .14.cm...

Leberbreite : 23, 5 cm

	36, 8		44, 9
<u>Triplex</u> :	Umfang li :	.....	Umfang re :
	37, 0	.....	49, 0
	37, 5	.....	46, 5
	.....	.....	48, 2
			
	37, 1 cm		47, 15 cm
	Mw :		Mw :

Volumen : $(37,1 + 47,15) \times 23,5 = 84,25 \times 23,5 = \underline{\underline{1979,88 \text{ ml}}}$

Duplex : Umfang li : .. 35,8 .. Umfang re : .. 46,5 ..
 .. 36,1 49,7 ..
 48,3 ..
Mw.: 35,95 cm Mw.: 48,17 c

Volumen : $(35,95 + 48,17) \times 23,5 = 84,12 \times 23,5 = \underline{\underline{1976,82 \text{ ml}}}$

III 23

Anhang : Meßreihe / Nr.

Alter : 30 J. m

Größe : 175 cm Geschlecht : 63 kg

Größe : Gewicht :

Diagnose : Z.n. Ulcus duodeni, Z.n. Vagotomie u. Pyloroplastik,
Nikotin- und Alkoholabusus
.....

Sonstiges :
.....

Li Leberlappen : Form : stumpf
(über Aorta) Länge : 7, 6 cm
Breite : 9, 0 cm
stumpf

Re Leberlappen : Form :
(re MCL) Länge : 10, 7 cm
stumpf

Leberstruktur : gering diffus
Leberrand stößt an

Klinische Meßgrößen :
Leber QF unterhalb des Rippenbogens in der
re MCL tastbar
Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : 12 cm
.....

Leberbreite : 22 cm
.....

Triplex : Umfang li : 24, 1 Umfang re : 46, 2
24, 3 48, 2
..... 46, 4
.....
Mw.: 24, 2 cm Mw.: 46, 93 cm
Volumen : $(24, 2 + 46, 93) \times 22 = 71, 13 \times 22 =$ 1564, 86 ml

Duplex : Umfang li : 27, 2 Umfang re : 43, 8
27, 0 44, 3
..... 41, 5
27, 1 cm 43, 2 cm
Mw.: Mw.:
Volumen : $(27, 1 + 43, 2) \times 22 = 70, 3 \times 22 =$ 1546, 6 ml

Volumen : $(32,1 + 43,3) \times 20,5 = 75,4 \times 20,5 = \underline{1545,7 \text{ ml}}$

Volumen : $(30, 33 + 39, 1) \times 20 = 69, 43 \times 20 =$ 1388,85 ml

Volumen : $(24,0 + 43,75) \times 22,5 = 67,75 \times 22,5 = \underline{\underline{1524,38 \text{ ml}}}$

Größe : 170 cm Gewicht : 77,8 kg

Diagnose : histologisch gesicherte Leber-Ci (76), Ösophagusvarizen,
 Z.n. Sklerosierung

Sonstiges : Szintigramm : Leberlappen re 8 cm lang
li 8 cm lang; verkleinert, plump

Li Leberlappen :	Form :	spitzwinklig
(über Aorta)	Länge :	7, 5 cm
	Breite :	8, 1 cm

Re Leberlappen : Form : stumpf
(re MCL) Länge : 9, 1 cm

Leberstruktur : nicht echodicht, relativ klein u. plump

Klinische Meßgrößen :

Leber.² QF unterhalb des Rippenbogens in der
re MCL tastbar

Vertikaldurchmesser (Länge) perkutorisch : 10, 5 cm

Leberbreite : 22 cm

<u>Triplex</u> :	Umfang li :	26, 0	Umfang re :	34, 7
		26, 4		35, 1
		26, 5		36, 9

			
	26, 3 cm		35, 57 cm
Mw.:	.....	Mw.:	.....

Volumen : $(26,3 + 35,57) \times 22 = 61,87 \times 22 = \dots\dots\dots 1361,14 \text{ ml}$

<u>Duplex</u> :	Umfang li :	26, 1	Umfang re :	36, 4
				
		27, 3		37, 9
				
				39, 0

Mw.: 26, 7 cm Mw.: 37, 76 cm

Volumen : $(26,7 + 37,76) \times 22 = 64,46 \times 22 = \underline{1418,12 \text{ ml}}$

Anhang zu Meßreihe IV

(S. 96 - 101)

Anhang : Meßreihe IV Nr. 2

Alter : 48 J. Geschlecht : männlich

Diagnose : chron. kalzif. Pankreatitis mit Pankreaszysten

li Leberlappen :	Form :	o.B.
(über Aorta)	Länge :	6, 3 cm
	Breite :	4, 7 cm
re Leberlappen :	Form :	o.B.
(MCL)	Länge :	11, 6 cm

Struktur : unauffällig

klinische Meßgrößen : 1 $\frac{1}{2}$ QF tastbar unterhalb des Rippenbogens in der rechten MCL

Breite : 19, 5 cm

<u>Duplex</u> :	Umfang li :	40, 7	Umfang re :	54, 5	
		40, 7		54, 4	
	Mw.	40, 7 cm	Mw.	54, 45 cm	
Vol. :	$(40, 7 + 54, 45) \times 19, 5 = 95, 15 \times 19, 5 =$				<u>1855, 4 ml</u>

<u>Triplex</u> :	Umfang li :	41, 4	Umfang re :	52, 8	
		40, 6		54, 1	
	Mw.	41 cm	Mw.	53, 45 cm	
Vol. :	$(41 + 53, 45) \times 19, 5 = 94, 45 \times 19, 5 =$				<u>1841, 8 ml</u>

<u>Array</u> :	Umfang li :	41, 1	Umfang re :	51, 5	
		40, 0		50, 6	
	Mw.	40, 55 cm	Mw.	51, 05 cm	
Vol.:	$(40, 55 + 51, 05) \times 19, 5 = 91, 6 \times 19, 5 =$				<u>1786, 2 ml</u>

Mw. Duplex/Triplex	1848, 6	Differenz zum Array :	62, 4	3, 4 %
Duplex	1855, 4	Diff.	69, 2	3, 8 %
Triplex	1841, 8	Diff.	55, 6	3, 0 %

Gesamt-Mittelwert : 1827, 8 (% Zahlen im Vergleich zum Ges.Mittelwert)

Gesamt-Mittelwert : 1817, 8 (% Zahlen im Vergleich zum
Gesamt-Mittelwert)

Anhang : Meßreihe IV Nr. 4

Klinische Angaben, sowie Meßwerte von Triplex- und Duplex Applikator
siehe Anhang zu Meßreihe III Nr. 26 (S. 94)

Breite : 22, 5 cm

Vol. Duplex : 1524, 4 ml

Triplex: 1447, 9 ml

Array : Umfang li : 22, 9 Umfang re : 42, 1

 23, 6 41, 6

 Mw. 23, 25 cm Mw. 41, 85 cm

Vol.: (23, 25 + 41, 85) x 22,5 = 65, 1 x 22, 5 = 1464, 8 ml

Mw. Duplex/Triplex	1486, 2	Differenz zum Array	21, 4	1, 4 %
Duplex	1524, 4	Diff.	59, 6	4, 0 %
Triplex	1447, 9	Diff.	16, 9	1, 1 %

Gesamt-Mittelwert : 1479, 0

Anhang : Meßreihe IV Nr. 5

Klinische Angaben, sowie Meßwerte von Triplex- und Duplex-Applikator siehe
Anhang zu Meßreihe III Nr. 27 (S. 95)

Breite : 22 cm

Vol. Duplex : 1418, 1 ml

Triplex : 1361, 1 ml

<u>Array</u> :	Umfang li :	25, 8	Umfang re :	38, 4
		26, 4		38, 9
	Mw. 26, 1 cm		Mw. 38, 65 cm	

Vol. : $(26, 1 + 38, 65) \times 22 = 64, 75 \times 22 = \underline{1424, 5 \text{ ml}}$

Mw.	Duplex/Triplex	1389, 6	Differenz zum Array	34, 9	2, 5 %
	Duplex	1418, 1	Diff.	6, 4	0, 5 %
	Triplex	1361, 1	Diff.	63, 4	4, 5 %

Gesamt-Mittelwert : 1401, 2

Anhang zu Meßreihe V

(S. 102 - 104)

Anhang : Meßreihe V

Alter : 73 J. Geschlecht : männlich Gewicht : 85 kg Größe : 184 cm

Diagnose : V.a. Gallenblasen NPL

 Z.n. Harnblasen NPL

 Diabetes mellitus Typ I

 Koronare Herzkrankheit, Hypertonie

Sonographische Volumenbestimmung der Leber :

Breite : 27 cm

<u>Duplex :</u>	Umfang li :	42, 1	Umfang re :	54, 7
		38, 8		55, 2
		41, 6		
	Mw.	40, 83 cm	Mw.	54, 95 cm

Vol. : $(40, 83 + 54, 95) \times 27 = 95, 78 \times 27 =$ 2586, 1 ml

<u>Triplex :</u>	Umfang li :	36, 6	Umfang re :	51, 5
		38, 7		56, 9
	Mw.	37, 65 cm	Mw.	54, 2 cm

Vol. : $(37, 65 + 54, 2) \times 27 = 91, 85 \times 27 =$ 2480 ml

<u>Array :</u>	Umfang li :	40, 7	Umfang re :	53, 6
		38, 1		54, 2
	Mw.	39, 4 cm	Mw.	53, 9 cm

Vol. : $(39, 4 + 53, 9) \times 27 = 93, 3 \times 27 =$ 2519, 1 ml

li Leberlappen :	Form :	deutlich verplumpt
(über Aorta)	Länge :	13, 3 cm
	Breite :	7, 7 cm

re Leberlappen :	Form :	deutlich verplumpt
(MCL)	Länge :	15, 8 cm

Struktur : nicht verdichtet

klinische Meßgrößen : Leber ca. handbreit unter dem re Rippenbogen in der
re MCL tastbar; perkutorische Leberlänge 17 cm

Mw. Duplex/Triplex	2533, 1	Differenz zum Array	14	0, 6 %
Duplex	2586, 1	Diff.	67	2, 6 %
Triplex	2480	Diff.	39, 1	1, 5 %

Gesamt-Mittelwert : 2528, 4

Anhang : Meßreihe V

Computertomographische Bestimmung des Lebervolumens

20 Horizontalschnitte in 8 mm Abständen von kaudal nach kranial

1)	1258	mm ²	(x 8)	11)	22 305	....	178, 4
	10, 064	ml			999, 0		
2)	2187	....	17, 5 (ml)	12)	21 723	....	173, 8
	27, 56				1172, 8		
3)	2993	....	23, 9	13)	25 850	....	206, 8
	51, 46				1379, 6		
4)	4309	....	34, 5	14)	26 658	....	213, 3
	86, 0				1592, 9		
5)	8684	....	69, 5	15)	27 132	....	217, 1
	155, 5				1810, 0		
6)	12 378	....	99, 0	16)	25 808	....	206, 5
	254, 5				2016, 5		
7)	14 037	....	112, 3	17)	23 752	....	190
	366, 8				2206, 5		
8)	16 427	....	131, 4	18)	23 105	....	184, 8
	498, 2				2391, 3		
9)	19 868	....	158, 9	19)	15 862	....	126, 9
	657, 1				2518, 2		
10)	20 440	....	163, 5	20)	6596	....	52, 8
	820, 6				<u>2571, 0 ml</u>		

Gesamtvolumen : 2571, 0 (CT)

Gesamtvolumen : 2528, 4 (Sono)

Differenz : 42, 6 entspricht etwa 1, 7 % eines mittleren Volumens
aus CT und Sono (2550)

Herrn Prof. Dr. med. L. Demling danke ich für die Möglichkeit, daß diese Arbeit in seiner Klinik angefertigt werden konnte.

Bei Herrn Prof. Dr. med. H. Lutz bedanke ich mich für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Abfassung der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt ebenfalls Herrn Dr. med. L. Reichel, der mir bei der Bearbeitung des Themas stets eine große Hilfe war.

Herrn Prof. Dr. med. V. Becker danke ich für die Bereitstellung zahlreicher Organe aus seinem Institut.

Desgleichen gilt mein Dank Frau Prof. Dr. med. E. Drecoll - Lütjen für die Überlassung von Präparaten aus ihrem Institut, ohne die die Voruntersuchungen für diese Arbeit nicht möglich gewesen wären.

Herrn Prof. Dr. med. J. Mahlstedt mein Dank für die Leihgabe von Literatur über nuklearmedizinische Untersuchungsmethoden zum Thema meiner Arbeit.

Herrn Dr. med. W. Rödel danke ich für die röntgenologische Ergänzung einiger Versuche meiner Arbeit.

Lebenslauf

Ich, Peter Skorepa, wurde am 15. August 1956 als Sohn des Ingenieurs Walter Skorepa und seiner Ehefrau Gerlinde, geborene Leitner, in Nürnberg geboren.

Im Alter von 11 Jahren wechselte ich nach vier Jahren Volksschule auf das Willstätter - Gymnasium, wo ich 1976 mit dem Abitur meine Schulzeit beendete.

Im Wintersemester 1976 / 77 begann ich an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen mein Medizinstudium, das ich am 9. Mai 1983 mit dem 3. Staatsexamen abschloß. Am 18. Mai erhielt ich meine Approbation als Arzt.

Leider mußte ich eine mir für den 1. Juni 1983 angebotene Assistenzstelle in der Chirurgischen Abteilung eines Nürnberger Krankenhauses ablehnen, da ich am 1. August dieses Jahres als Stabsarzt zum Wehrdienst einberufen werde.

Nach Ableistung meines Militärdienstes möchte ich, sofern ich nicht an einer Klinik bleiben werde, nach ein paar Jahren eine Allgemeinpraxis am Land eröffnen.

Peter Skorepa

COPY-SHOP

Pfarrstraße 9
8520 Erlangen Tel. 28525